



Universidad
Carlos III de Madrid

INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL: Esp. ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

PROYECTO FINAL DE CARRERA

AUTOMATIZACIÓN SISTEMA CONTROL DE ACCESO CON
LECTORES RFID

Autor: David de Felipe Martin

Tutor: Ramón Barber Castaño

Leganés, Septiembre 2015

Título: Automatización sistema control de acceso con lectores RFID
Autor: David de Felipe Martin
Director: Ramón Barber Castaño

EL TRIBUNAL

Presidente: Ricardo Valverde Gil

Vocal: Alejandro Bustos Caballero

Secretario: Pedro Lorenzo Potalatín

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día 28 de Septiembre de 2015 en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE

Agradecimientos

Quiero aprovechar estas líneas para tratar de agradecer a todas las personas que en algún momento me han apoyado en esta labor, me han recordado lo importante que era, y que me han ayudado hasta conseguir esta meta.

Los primeros de los que me quiero acordar son mis padres, Maria Victoria y Paulino que siempre, siempre han estado ahí para mí, que nunca me han fallado dándome siempre su cariño, sus apoyo y sus mejores consejos.

Agradecer a Ester, que me apoye, que me aguante que no es poco, que me quiera y que ilumine cada día de mi vida con su preciosa sonrisa.

Muchas gracias a mi tutor, Ramón Barber, que durante tanto tiempo me ha recibido con una interminable paciencia, que me ha guiado, me ha apoyado y ayudado hasta llevar este barco a buen puerto.

Muchísimas gracias a mis hermanos de leche, a César, a Jorge y a David, porque os habéis preocupado por mí casi más de lo que yo mismo me he preocupado por mí mismo, porque me habéis recordado durante todo este tiempo que el objetivo era posible y que solo dependía de mí conseguirlo. Por supuesto agradeceros que seáis mis amigos, casi hermanos.

A Santiago, empezamos esto los dos juntos y siempre me has apoyado para que yo lo hiciera. Agradecerte porque contigo siempre aprendo algo, por dejarme acompañarte en tantos buenos momentos y por contagiarme tus ganas de aprender.

A Alejandro, Izquierdo, Manu, Carlos Lopez, Carlos Gonzalez, Pablo, Dela, David Gallardo, y el resto de personas de este gran grupo por tan buenos ratos practicando deporte, de ruta en casa rurales, charlas en piscinas y confesiones en casetas de fiestas.

A mis compañeros de trabajo y a la vez amigos, Alejandro, Jose Miguel, Héctor, Fernando, Ernesto y Raul, porque ir al trabajo tanto en los buenos como en los malos ratos se hace mucho más fácil sabiendo que estáis vosotros. También agradeceros que me

permitáis seguir en contacto con la ingeniería a través de vosotros y por las ayudas que me habéis dado para la consecución de este proyecto.

A mi jefe Jose Luis, por haberme dado la oportunidad hace años de incorporarme al mercado laboral, por todo lo que he aprendido tanto personal como profesionalmente trabajando contigo.

Por supuesto acordarme de todos los profesores que se han esforzado en dejar algo de conocimiento en mi cabeza, aseguraros que si no lo conseguisteis no fue por vosotros si no por mí. Muchas gracias por vuestro esfuerzo.

No quiero olvidarme de Felipe Zottola, persona que hace años comenzó a dirigirnos en un anterior proyecto a Santiago y a mí, con el que compartimos sufrimientos, buenos ratos e incluso viajes.

Seguro que me he dejado a alguien sin nombrar, pero es imposible poner el nombre de todas las personas de las que seguro que he aprendido algo y que han pasado por mi vida formándome como persona. A todos vosotros, muchas gracias.

Resumen

En este proyecto se tratará de explicar los pasos necesarios para implementar un sistema de control de accesos controlado a través de un lector RFID, el cual será el encargado de validar el acceso al usuario que intente acceder al espacio controlado y a la vez controlará el resto de elementos del sistema.

Abstract

This Project describes the actions needed to install a controlled access system, using a RFID coupler. RFID coupler is responsible of tag validation and control access system.

INDICE

1. Introducción y objetivos	17
1.1 Introducción.....	17
1.2 Motivaciones	17
1.3 Objetivo	18
1.4 Contenido	19
2. Definición tecnología RFID	21
2.1 Introducción.....	21
2.2 Etiquetas RFID (tarjetas identificación o tags)	23
2.2 Aportación de Tecnología RFID	25
2.3 Campos de aplicación	26
2.4 Estandarización de la tecnología RFID.....	28
2.5 Comparativa con otros sistemas de identificación automática	29
2.6 Riesgos utilización tecnología RFID	31
2.7 Funcionamiento tecnología RFID.....	32
3. Sistemas de control de acceso peatonal.....	35
3.1 Introducción.....	35
3.2 Modelos de sistemas de control de acceso peatonal	35
3.2 Modelos de tarjetas de identificación	38
4. Sistema control de acceso torniquete RFID	41
4.1 Introducción.....	41
4.2 Descripción funcional del Torniquete de acceso.....	41
4.3 Arquitectura del sistema de control de acceso.....	44
4.3.1 Arquitectura de alimentación	44
4.3.2 Arquitectura de elementos de torniquete de paso.....	46
4.4 Descripción técnica de dispositivos.....	47
4.4.1 Mecanismo Trípode.....	47
4.4.2. Lector sin contacto o PCD (Proximity Coupling Device).....	57
4.4.3 Antena RFID	60
4.4.4 Dispositivo visualización	63
4.4.5 Indicadores de paso Válido	65
4.4.6 Avisador Acústico	66
4.4.7. Electrónica indicadores de acceso.....	66
4.4.8 Sistema de alimentación	67
4.4.9 Mueble de control de accesos.....	71
5. Implantación sistema control de acceso RFID.....	73
5.1 Introducción.....	73
5.2 Instalación.....	73
5.2 Alimentación y comunicaciones mueble torniquete:	74
5.3 Definición funcionamiento mueble torniquete.....	77
5.4 Alcance de lectura Antena RFID	80
5.4.2 Amplitud TVDD -100mV	83
5.4.3 Amplitud TVDD -250 mV.....	84
5.4.3 Amplitud TVDD -500 mV.....	85

5.4.3 Amplitud TVDD -1000 mV.....	86
5.4.4 Conclusiones distancia de lectura.	87
6. Planificación y presupuesto.....	89
6.1 Introducción.....	89
6.2 Planificación.....	89
6.3 Diagrama de Gantt.....	92
6.2 Presupuesto.....	94
6.2.1 Mano de obra	94
6.2.2 Costes materiales comerciales	95
6.2.3 Costes Subcontrataciones	95
6.2.3 Costes Logísticos.....	96
6.2.4 Resumen de costes.....	97
7. Conclusiones y trabajos futuros	99
7.1 Conclusiones	99
7.2 Trabajos futuros.....	100
Anexo A: Bibliografía	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Fig. 1 Imagen Etiqueta RFID tipo	17
Fig. 2 Torniquete control de acceso tipo	19
Fig. 3 Esquema funcionamiento RFID	23
Fig. 4 Ejemplo etiqueta RFID Pasiva	24
Fig. 5 Ejemplo Etiqueta RFID Activa.....	24
Fig. 6 Ejemplo Código de barras	29
Fig. 7 Chip insertado en DNI	31
Fig. 8 Torniquete de Paso	36
Fig. 9 Batería control de acceso tipo Flap.....	37
Fig. 10 Sistema de control de acceso tipo validador	37
Fig. 11 Billeto magnético modelo Edmondson.....	38
Fig. 12 Identificación mediante código de barras	39
Fig. 13 Lector tarjeta RFID	40
Fig. 14 Arquitectura de alimentaciones	45
Fig. 15 Arquitectura Sistema Control Acceso	47
Fig. 16 Esquema mecánico Trípode.....	48
Fig. 17 Corte transversal cabeza rotatoria	49
Fig. 18 Mecanismo caída de brazo	51
Fig. 19 Diagrama esquemático sentido giro	53
Fig. 20 Layout Electrónica control LL2001.....	55
Fig. 21 Conexiones solenoides-LL2001	56
Fig. 22 Imagen PCD	59
Fig. 23 Antena PCD	60
Fig. 24 Principio físico y equivalente eléctrico generación energía	61
Fig. 25 Gráfica relación radio-coeficiente acoplamiento	62
Fig. 26 Esquema eléctrico antena PCD	63
Fig. 27 LCD - BC1602EYPLEH168.....	64
Fig. 28 Tarjeta paso válido/no válido	66
Fig. 29 Avisador acústico KPEG250.....	66
Fig. 30 Indicador de paso.....	67
Fig. 31 Filtro de red FN2060-6	68
Fig. 32 Interruptor Diferencial.....	68
Fig. 33 Magnetotérmico 60141	69
Fig. 34 Base enchufable SN010.....	69
Fig. 35 SAI ECS-100-573	70
Fig. 36 Batería YUASA NP4-12	71
Fig. 37 F.A. 24V - RS-15-24.....	71
Fig. 38 Esquema medidas Torniquete	72
Fig. 39 Base Mueble Torniquete.....	74
Fig. 40 Fijación química y varilla roscada	74
Fig. 41 Bornero alimentaciones.....	76
Fig. 42 Esquema funcionamiento torniquete.....	77
Fig. 43 Registro TXAMP - CLCRC663	82

Fig. 44 Tabla TVDD-100mV	83
Fig. 45 Tabla TVDD-250mV	84
Fig. 46 Tabla TVDD-500mV	85
Fig. 47 Tabla TVDD-1000mV	86
Fig. 48 Comparativa lecturas distintas TVDD y modulación.....	87
Fig. 49 Tarjeta Pago bancario sin contacto.....	100
Fig. 50 Ejemplo pago con Smartphone.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de Etiquetas por frecuencia de uso.....	25
Tabla 2 Entradas LL2001.....	57
Tabla 3 Salidas Tarjeta LL2001.....	57
Tabla 4 LCD Característica Eléctricas.....	64
Tabla 5 Funciones de los pines del conector.....	65
Tabla 6 Definición señales Equipo.....	78
Tabla 7 Señales estado reposo.....	78
Tabla 8 Señales lectura título válido.....	79
Tabla 9 Señales lectura título no válido.....	80
Tabla 10 Señales salida libre.....	80
Tabla 11 Costes Mano de obra.....	94
Tabla 12 Costes materiales.....	95
Tabla 13 Costes subcontratación fabricación.....	96
Tabla 14 Costes subcontratación instalación.....	96
Tabla 15 Costes logísticos.....	97
Tabla 16 Resumen coste total.....	97

Capítulo 1

1. Introducción y objetivos

1.1 Introducción

En este documento se pretende dar conocimiento del funcionamiento de un sistema de control de acceso peatonal a un recinto controlado. Los sistemas de identificación utilizados por parte del usuario para justificar que posee los permisos necesarios para realizar el acceso al lado controlado, han cambiado a lo largo de los tiempos siendo la tendencia actual la utilización de tags (etiquetas) que incorporan tecnología RFID (identificación por radiofrecuencia). Es por esto que se ha tratado de definir y estudiar el sistema utilizando esta tecnología.

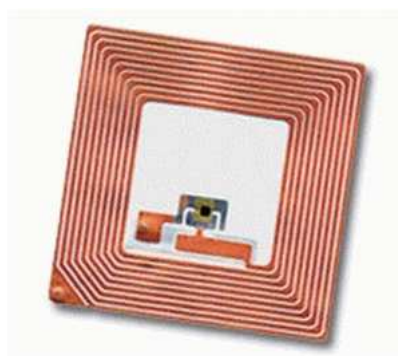


Fig. 1 Imagen Etiqueta RFID tipo

1.2 Motivaciones

En la actualidad, por motivos de seguridad (control de usuario con permiso de acceso a un recinto controlado), económico (cobro por acceso a un recinto controlado) o por aforos limitados, se busca tener un mayor control sobre la entrada de usuarios a zonas de acceso restringido a los que podrían intentar acceder un elevado número de personas con permiso para su acceso o no. A lo largo del tiempo este control de acceso ha sido realizado utilizando distintos métodos. Inicialmente eran personas las que controlaban físicamente el acceso a la zona restringida. Posteriormente se han utilizado distintos medios para controlar el acceso,

cerraduras con bombín y llave para su apertura, sistemas de grabación/lectura de datos en banda magnética, los cuales son leídos por un lector magnético que controla el sistema que impedía el, tarjetas inteligentes con chip que al introducirlos en un lector permitía el paso al usuario o como último ejemplo la utilización del códigos de barras que presentan la información necesaria para la validación del permiso de paso codificada.

En la actualidad se está normalizando la utilización de la tecnología RFID, ya que es la que se adapta mejor a la necesidades de los potenciales usuarios de los controles de acceso que lo que buscan facilidad a la hora de acceder a una zona restringida, facilidad que le otorga la tecnología RFID ya que es de fácil uso, rápida y es posible encapsularla en dispositivos amigables para el usuario. Dado que su uso se está extendiendo se pretende dar una visión de los trabajos necesarios para la implementación de estos equipos, definir las implicaciones tecnológicas que conlleva la fabricación de los equipos, plazos de entrega y los costes necesarios para implementar un sistema de control de accesos.

1.3 Objetivo

El objetivo principal de este proyecto es definir los pasos a realizar para la integración e instalación de un sistema de control de acceso controlado por tecnología RFID (Radio frequency identification). Esta tecnología presente un gran crecimiento en su uso, debido a que se adapta en gran medida a las necesidades de los potenciales usuarios ya que es de fácil uso, rápido y puede ser encapsulado en dispositivos amigables (tarjetas, etiquetas, teléfonos, etc,etc). En la actualidad esta tecnología es utilizada por un elevado número de operadores de sistemas de transporte masivo (Metro de Londres, Metro de Madrid, etc) así como tarjeta de acceso a centros de trabajo.

También se desea definir los elementos necesarios para integrar un equipo de control de acceso el cual ha sido diseñado para controlar el acceso a recintos restringidos y que es utilizado tanto en los sistemas de transporte masivo como para el control de acceso a recintos con gran afluencia de usuarios. El sistema de control de accesos que se implementará en este proyecto, con la finalidad de enseñar la utilizad de la tecnología RFID es un sistema de control de acceso mediante mecanismo de torniquete o molinete, denominado así por el dispositivo que utiliza para evitar el acceso, y que está constituido por

tres barras unidas en un extremo formando un ángulo agudo en forma de trípode. Como curiosidad comentar que este tipo de mecanismo inicialmente fue ideado para el conteo de ovejas o ganado.



Fig. 2 Torniquete control de acceso tipo

Otro objetivo que se pretende alcanzar en este proyecto es el mostrar el funcionamiento de la tecnología RFID y mostrar cómo se puede calcular los valores físicos de una antena para que cumpla con las especificaciones solicitadas para el cumplimiento de las especificaciones de la normativa que define el RFID.

1.4 Contenido

Este proyecto se encuentra estructurado en diferentes capítulos, los cuales trataran de los temas que se indican a continuación:

En el **capítulo 1: Introducción**, se explican las motivaciones para la realización de este proyectos, los objetivos a alcanzar con este proyecto y por último el contenido del mismo.

En el **capítulo 2: Definición de tecnología RFID**, se trata de explicar los fundamentos de la tecnología RFID, centrándonos en el campo en el cual queremos aplicarlo que es el RFID de proximidad para control de accesos.

En el **capítulo 3: Sistemas de control de acceso peatonal**; se define lo que es un sistema de control de acceso peatonal, explicando los distintos sistemas de control de

accesos utilizados en la actualidad tanto por sus diferencias físicas como por el método de utilización para la validación del acceso.

En el **capítulo 4: Sistema control de acceso torniquete RFID**; se define el funcionamiento y arquitectura de un sistema de control de acceso modelo torniquete. Así como la definición y características de cada uno de los elementos que forman el sistema de control de accesos.

En el **capítulo 5: Implementación sistema de control de accesos**; este capítulo define la arquitectura del modelo torniquete, define los estados de funcionamiento del torniquete dependiendo de las señales que se encuentren actuando. Por último se calculan las características de la antena para cumplir con los requisitos de la normativa aplicable al RFID

En el **capítulo 6: Planificación y presupuesto** ; Se definen los trabajos a realizar para la fabricación de una barrera estándar formada por torniquetes, indicando los costes relativos a cada trabajo así como los plazos necesarios para su realización, obteniendo el coste de esta fabricación y el plazo de entrega.

En el **capítulo 7: Conclusiones y futuras mejoras**; se expone las conclusiones sacadas de la realización de este proyecto, a nivel tecnológico, a nivel económico y de plazos de fabricación. También se expondrán las aplicaciones que se espera pueda presentar esta tecnología en un futuro y las mejoras a implementar en ella.

Capítulo 2

2. Definición tecnología RFID

2.1 Introducción

La identificación por radio frecuencia o RFID es una tecnología que permite identificar automáticamente un objeto, denominado PICC (Proximity Integrated Circuit card), gracias al circuito integrado en el PICC que transmite por radiofrecuencia los datos identificativos del objeto, siendo esta identificación normalmente unívoca. Probablemente su origen se remonta a los años 20 aunque parece que ya se empieza a utilizar durante la Segunda Guerra Mundial, donde se utilizó para que los aviones se identificasen como “amigos” ante sus propios efectivos. Con el tiempo, esta idea se traslada a sistemas más reducidos sirviendo para el seguimiento de personal y equipamiento militar hasta que dos empresas norteamericanas comienzan su comercialización civil a finales de los años 70.

En el momento actual, bajo las siglas RFID se agrupan tecnologías que sirven para identificar objetos mediante ondas de radio. La tecnología RFID hace posible la identificación de un objeto que contiene una emisora de radio. Debido al estado actual de su desarrollo, el abaratamiento de los costes y la reducción en su tamaño, el cual permite que estas emisoras sean lo suficientemente pequeñas como para tener la forma de etiquetas adhesivas, pudiéndose incorporar casi a cualquier objeto. Gracias a estas microemisoras o transpondedores el producto puede ser localizado a una distancia variable, desde pocos centímetros, hasta varios kilómetros. La distancia de recepción, fiabilidad, velocidad de la transmisión y la capacidad de información emitida, depende de varias características de las etiquetas RFID (tags) como pueden ser la frecuencia de la emisión, la antena o el tipo de chip que se use para cada aplicación específica.

El funcionamiento de esta tecnología se basa en la señal de radio que genera la PICC que en algunos ámbitos se denomina etiqueta o tag, en la que previamente se han grabado los datos identificativos del objeto en el cual se ha incluido la antena. Un lector físico,

denominado PCD se encarga de recibir esta señal, transformarla en datos y transmitir dicha información a la aplicación informática específica que gestiona la información recibida a través del dispositivo RFID.

Los componentes que participan en la tecnología RFID son cuatro: las etiquetas, los lectores, el software que procesa la información y los programadores

- **PICC (*etiquetas/tags*):** permite almacenar y enviar información a un receptor a través de ondas de radio. Coloquialmente suelen denominarse etiquetas (*tags*) – que es el término en inglés – aunque también son conocidas como *transpondedores* (esta denominación proviene de la fusión de las palabras *transmitter* (transmisor) y *responder* (contestador). La etiqueta RFID está compuesta por una antena, un transductor radio y un microchip (no presente en las versiones de menor tamaño). La antena es la encargada de transmitir la información que identifica a la etiqueta. El transductor es el que convierte la información que transmite la antena y el chip posee una memoria interna donde se incorporarán los datos que se desean guardar en la tarjeta de identificación.
- **PCD (*Lector RFID*):** se encarga de recibir la información emitida por las etiquetas y transferirla al subsistema de procesamiento de datos. Las partes del lector son: antena, transceptor y decodificador. Algunos lectores incorporan un módulo programador que les permite escribir información en las etiquetas, si éstas permiten la escritura.
- **Subsistema de procesamiento de datos:** es un software que reside en un servidor y que sirve de intermediario entre el lector y las aplicaciones empresariales. Se encarga de filtrar los datos que recibe del lector o red de lectores, de forma que a las aplicaciones software sólo les llega información útil. Algunos programas se encargan de la gestión de la red de lectores.
- **Los programadores RFID:** son los dispositivos que realizan la escritura de información sobre la tarjeta de identificación RFID, es decir, codifican la información en un microchip situado dentro de una tarjeta de identificación RFID. La programación de las tarjetas de identificación se realiza una única vez si las

tarjetas de identificación son de sólo lectura, o varias veces si son de lectura/escritura. Algunos PCD pueden tener también la función de programador.

En la figura 3 se puede observar de manera sencilla de qué manera se estructura el esquema general de funcionamiento de un sistema RFID: las tarjetas de identificación o etiquetas envían información al lector mediante una antena y éste la transmite al subsistema de procesamiento de datos para que se encargue de filtrar los datos. De este modo, a las aplicaciones software sólo les llega información válida.

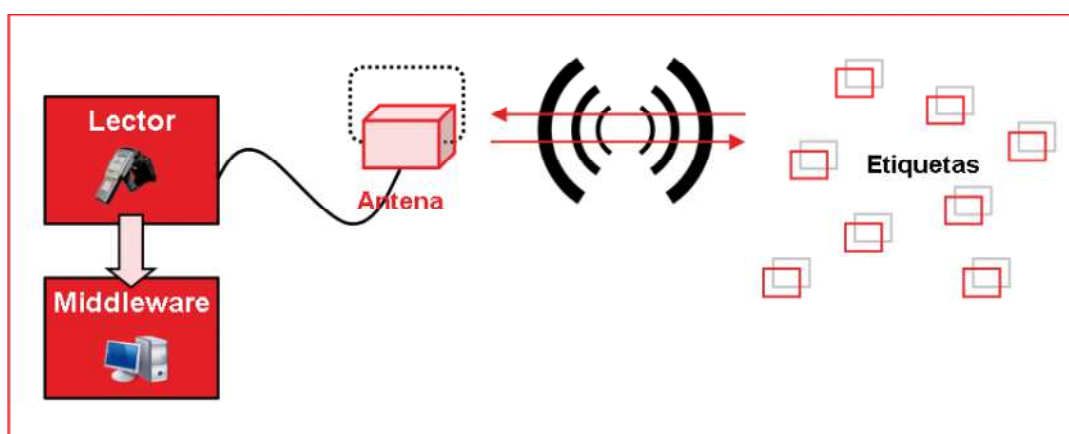


Fig. 3 Esquema funcionamiento RFID

2.2 Etiquetas RFID (tarjetas identificación o tags)

Existe una enorme variedad de etiquetas RFID, dependiendo de la fuente de energía que utilicen, la forma física que posean, el mecanismo que utilicen para almacenar datos, la cantidad de datos que pueden almacenar, la frecuencia de funcionamiento o de la comunicación que utilizan para transmitir la información al lector. Gracias a esto, es posible elegir la etiqueta más adecuada para cada aplicación específica

A grandes rasgos se pueden clasificar las etiquetas RFID siguiendo dos criterios

- **Según la fuente de energía utilizada**
 - **Etiqueta RFID pasiva:** No necesitan una fuente de alimentación interna, son circuitos resonantes, ya que toda la energía que requieren se la suministra el campo electromagnético creado por el lector, que se encarga de activar el circuito integrado y alimentar el chip para que éste transmita una respuesta. En este tipo de etiquetas, la antena debe estar diseñada

para que pueda obtener la energía necesaria para funcionar. El alcance de estas etiquetas varía dependiendo de muchos factores, como la frecuencia de funcionamiento, o la antena que posean. Alcanzan distancias entre unos pocos milímetros y 6-7 metros.



Fig. 4 Ejemplo etiqueta RFID Pasiva

- **Etiqueta RFID Activa:** Poseen una batería interna, con la que alimentan sus circuitos y transmiten la respuesta al lector. Su cobertura de difusión es mayor gracias a que poseen una batería propia, y su capacidad de almacenamiento también es superior. Al transmitir señales más potentes, su alcance es mejor y puede llegar a ser válido para su uso en entornos hostiles como puede ser sumergido en agua o en zonas con mucha presencia de metales. Estas etiquetas son mucho más fiables y seguras. Su durabilidad es menor que las tarjetas pasivas, ya que dependen de la duración de la batería incorporada a la etiqueta.

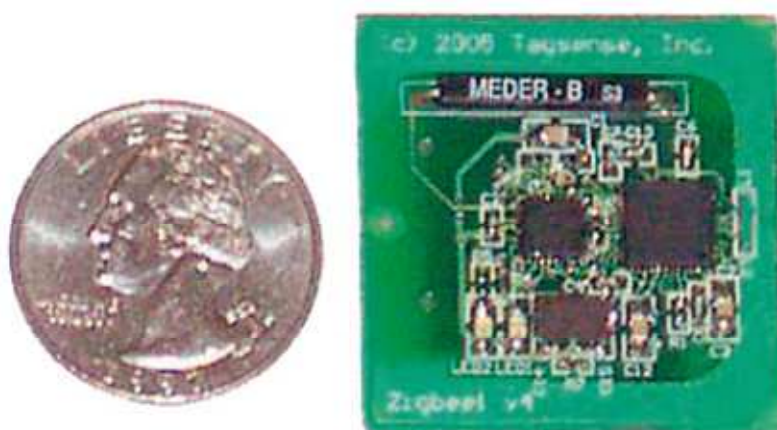


Fig. 5 Ejemplo Etiqueta RFID Activa

- **Etiquetas semi-pasivas:** Este tipo de etiquetas posee una mezcla de características de los dos tipos anteriores. Por una lado, activa el chip

utilizando una batería (como las etiquetas RFID activas) pero por otro, la energía que necesita para comunicarse con el lector, se la envía el propio lector en sus ondas de radio que al ser captadas por la antena de la etiqueta, aportan suficiente energía para la emisión de la información (como las etiquetas RFID pasivas).

- ***Según la frecuencia de trabajo***

Dependiendo de la frecuencia de operación, las etiquetas se pueden clasificar en baja frecuencia, alta frecuencia, ultra alta frecuencia y microondas. La frecuencia de operación determina aspectos de la etiqueta como la capacidad de transmisión de datos, la velocidad y tiempo de lectura de éstos, el radio de cobertura y el coste de la etiqueta.

Frecuencia	Denominación	Rango
125 KHz- 134 KHz	LF (Baja Frecuencia)	Hasta 45 cm
13,533 Mhz – 13,567 Mhz	HF (Alta Frecuencia)	1 a 3 m
400 Mhz – 1000 Mhz	UHF (Ultra alta frecuencia)	3 a 10 m
2,45 Ghz – 5,4 Ghz	Microondas	+ 10 m

Tabla 1 Tipos de Etiquetas por frecuencia de uso

Las etiquetas pasivas habitualmente utilizan la banda de baja frecuencia. Tanto las etiquetas de baja como de alta frecuencia funcionan mediante acoplamiento inductivo, es decir, utilizan el campo magnético generado por la antena del lector como principio de propagación. La banda UHF como la de microondas se utiliza tanto en las etiquetas activas como pasivas

2.2 Aportación de Tecnología RFID

La tecnología RFID se ha dirigido principalmente al campo de la logística y de la defensa, pero los beneficios que presenta se pueden utilizar en otros ámbitos. Estos beneficios son:

- Permite un gran volumen de almacenamiento de datos mediante un mecanismo de reducidas proporciones.
- Automatiza los procesos para mantener la trazabilidad y permite incluir una mayor cantidad de información a la etiqueta, reduciendo así los errores humanos.
- Facilita la ocultación y colocación de las etiquetas en los productos (en el caso de las etiquetas pasivas) para evitar su visibilidad en caso de intento de robo.
- Permite almacenar datos sin tener contacto directo con las etiquetas.
- Asegura el funcionamiento en el caso de sufrir condiciones adversas (suciedad, humedad, temperaturas elevadas, etc.).
- Reduce los costes operativos ya que las operaciones de escaneo no son necesarias para identificar los productos que dispongan de esta tecnología.
- Identifica unívocamente los productos.
- Posibilita la actualización sencilla de la información almacenada en la etiqueta en el caso de que ésta sea de lectura/escritura.
- Mayor facilidad de retirada de un determinado producto del mercado en caso de que se manifieste un peligro para la seguridad.
- Posibilita la reescritura para así añadir y eliminar información las veces deseadas en el caso de que la etiqueta sea de lectura/escritura.

2.3 Campos de aplicación

Los ejemplos de aplicaciones actuales de la tecnología RFID son muchos y las previsiones apuntan a que crezcan de manera exponencial en los próximos años. Todos los entornos donde la identificación automática, fiable, rápida y barata pueda aportar beneficios son campo de aplicación de la tecnología RFID. El día a día está rodeado de diversos y muy variados modos de aplicación de esta tecnología:

- Para **identificación de productos** (almacenamiento, precios, etc.) o como medida de seguridad para detectar un intento de hurto.

- También se usa la tecnología RFID para el **control de acceso y cobro en transportes públicos**.
- La **identificación electrónica de mascotas** mediante la implantación subcutánea por un veterinario de un microchip portador de un código numérico único.
- El **pago automático de peajes**. Por ejemplo, en sistemas de telepeaje utilizados en las autopistas para realizar el pago del trayecto sin necesidad de detener el vehículo.
- En las **bibliotecas**, para catalogación, ordenación y protección antirrobo de libros.
- En los **supermercados**, para realizar la facturación automática de todo un carro de productos sin moverlos del mismo.
- Toma de tiempos en **eventos deportivos**, por ejemplo, carreras populares o maratones, mediante la entrega de “pulseras chip” a miles de corredores para su seguimiento.
- En el **ámbito sanitario**, para el control de medicamentos, seguimiento de instrumental, identificación de muestras médicas o el seguimiento de pacientes en centros de salud.
- Como **control de acceso** en zonas residenciales, habitaciones de hoteles, aparcamientos, plantas industriales o entornos que requieran seguridad.
- En la **logística, almacenamiento y distribución**, en general. Un ejemplo es su implantación en el sistema de inventariado y seguimiento de productos por compañías textiles, o su utilización en la identificación, localización y gestión de grandes piezas de hormigón o en sistemas de gestión postal con el fin de mejorar los plazos de entrega de los envíos y la gestión de la logística.
- En el **sector alimentario**, con el fin de que los agricultores puedan asegurar la trazabilidad de sus productos desde su siembra hasta el consumidor final; o en el control e identificación de las reses en las explotaciones ganaderas.

- En el **ámbito militar**, el Departamento de Defensa de EEUU exige a sus proveedores el uso de la tecnología RFID en la cadena de suministro.

2.4 Estandarización de la tecnología RFID

La estandarización de esta tecnología posibilita que exista interoperabilidad entre aplicaciones y ayuda a que los diferentes productos no interfieran entre ellos, independientemente del fabricante. Antes de que se desarrollaran estándares que regularan la comunicación entre etiquetas y lectores, cada compañía poseía un sistema diferente, por lo que las etiquetas de un fabricante sólo podían ser leídas por los lectores de ese mismo fabricante. De todas las frecuencias con las que se empezó a trabajar en el mundo de RFID, la única banda con aceptación mundial fue la de 13,56MHz, que llegó a convertirse en un estándar ISO.

Las **normas ISO** relativas a la RFID son:

- **ISO/IEC 11784-11785, ISO 10536, ISO 18000:** sobre privacidad y seguridad a los datos
- **ISO 14443:** orientadas a los sistemas de pago electrónico y documentación personal. Es muy popular el estándar HF, que es el que se está utilizando como base para el desarrollo de pasaportes que incorporan RFID.
- **ISO 15693:** estándar HF, también muy extendido, se utiliza en tarjetas sin contacto de crédito y débito.

Este estándar ISO define una tarjeta de proximidad utilizada para identificación y pagos que por lo general utiliza el formato de una tarjeta de crédito definida por la norma ISO 7816 - ID 1 (aunque otros formatos son posibles).

El estándar ISO 14443 consta de cuatro partes y en estas partes se describen dos tipos de tarjetas: tipo A y tipo B. Las principales diferencias entre estos tipos se encuentran en los métodos de modulación, codificación de los datos (parte 2) y el protocolo de inicialización de los procedimientos (parte 3). Las tarjetas de ambos tipos (A y B) utilizan el mismo protocolo de alto nivel (llamado T=CL) que se describe en la parte 4. El protocolo T=CL especifica los bloques de datos y los mecanismos de intercambio de datos.

2.5 Comparativa con otros sistemas de identificación automática

La tecnología RFID se encuadra dentro del grupo de los sistemas de identificación automática, es utilizada en aplicaciones que requieren identificar y realizar el seguimiento de productos, artículos, objetos o seres vivos y además se desea automatizar dicho seguimiento mediante el uso de tecnología de la información. La mayoría de las tecnologías para la identificación automática están ampliamente aceptadas por los usuarios y son muy conocidas. Dado que la tecnología RFID está llamada a sustituirlas, a continuación se describirán brevemente algunos casos:

- **Código de barras:** Es el sistema de identificación más utilizado. Se trata de un código comprendido por una serie de barras y espacios configurados paralelamente. El diseño de estos campos representa unos datos relacionados con un elemento. La secuencia, que puede ser interpretada de forma numérica o alfanumérica, es leída por un escáner óptico láser y procesada por una computadora. El código de barras es la tecnología preferida de los comercios para identificar los productos pese a las limitaciones que presenta, las cuales se pueden resumir en:
 - Requiere visibilidad directa para funcionar.
 - Sirve para identificar un tipo de producto, no unidades en particular
 - Se daña o rompe fácilmente, ya que normalmente se adhiere a la superficie del producto; y al dañarse no puede ser leído.



Fig. 6 Ejemplo Código de barras

En la actualidad hay varios tipos de códigos, con varias filas de barras superpuestas, de igual longitud o distinta, de varios colores o incluso bidimensionales. Cada una de estas variantes mejora alguna de las características del sistema original.

- **Reconocimiento óptico de caracteres:** El sistema OCR (*Optical Character Recognition*) fue utilizado por primera vez en la década de los 60. Los sistemas OCR identifican automáticamente símbolos o caracteres, a partir de una imagen, para almacenarla en forma de datos. Algunas de sus aplicaciones, son: reconocimiento de matrículas a través de radares, registro de cheques por parte de los bancos, etc. Los inconvenientes de este sistema de identificación residen en su alto precio y la complejidad de los lectores en comparación con otros sistemas de identificación.
- **Sistemas biométricos:** Son sistemas que identifican personas por comparación de características unívocas. Su principal cualidad es que transforman una característica biológica, morfológica o de comportamiento del propio individuo, en un valor numérico y lo almacenan para su posterior comparación. Se puede hablar de sistemas identificadores por huella dactilar, por voz, por pupila, por forma de la cara, por forma de la oreja, por forma corporal o por patrón de escritura, entre otros. En sistemas de autenticación se suelen utilizar diferentes factores como por ejemplo “lo que tengo (Ej.: una tarjeta), lo que sé (Ej.: un número PIN) y lo que soy (Ej.: mi huella dactilar)”. Los sistemas biométricos representarían el tercer factor: “lo que soy”.
- **Tarjetas inteligentes:** Una tarjeta inteligente o smart card, es un sistema de almacenamiento electrónico de datos con capacidad para procesarlos (microprocessor card). Por seguridad está instalado dentro de una estructura de plástico similar, en forma y tamaño, a una tarjeta de crédito. Una de las principales ventajas de las tarjetas inteligentes es que aportan protección frente a posibles accesos indeseados ya que poseen características de seguridad avanzadas y además son más económicas que otros sistemas de almacenamiento de datos.



Fig. 7 Chip insertado en DNI

A lo largo de los próximos años se cree que la tecnología RFID tratará de competir, cuando no sustituir a las diferentes tecnologías anteriormente descritas. Al realizar la comparación con las tecnologías anteriores, tenemos que:

- Frente al **Código de barras**, se prevé que ambas tecnologías coexistan pero en general, la tecnología RFID se impondrá a los códigos de barras, ya que ahorra tiempo y personal, es más eficiente y minimiza las pérdidas y los errores.
- Frente al **OCR**, sólo se mantendrá en situaciones en las que sea imprescindible, ya que la tecnología RFID es claramente superior.
- Frente a **sistemas biométricos**, aportan una gran versatilidad en la identificación pero precisan del manejo de información privada del individuo. En cambio, la tecnología RFID permite utilizar menos cantidad de información. Por tanto, en entornos donde no sea necesario un nivel de seguridad extremo, esta tecnología es una buena alternativa que se está utilizando.
- Frente a las **tarjetas inteligentes**, decir que estas no contienen baterías, siendo el lector, por contacto eléctrico, el que suministra la energía necesaria para su funcionamiento; al contrario de la tecnología RFID, que no requiere contacto con el dispositivo de lectura.

2.6 Riesgos utilización tecnología RFID

La tecnología RFID plantea nuevas oportunidades de mejorar la eficiencia y comodidad de los sistemas de uso diario. Estas mejoras, que afectan a muchas facetas de la vida, en ocasiones plantean nuevos riesgos para la seguridad y nuevos retos para evitarlos.

Para identificar los nuevos riesgos que se plantean, hay que tener en cuenta los dos tipos de usuarios de esta tecnología:

- Entidades que utilizan RFID para optimizar sus procesos internos de gestión, de almacén, de inventario, de producción, de gestión de personal, de seguridad, etc.
- Entidades que ofrecen un servicio a usuarios internos de la organización, como control de accesos, o a usuarios particulares, como venta de productos, prestación de servicios sanitarios, etc.

Existen riesgos comunes tienen que ver con ataques o averías que afectan al servicio, bien interrumpiéndolo, bien alterándolo, bien realizando algún tipo de fraude.

Por otro lado, existe también la posibilidad de que la tecnología se use de forma maliciosa para acceder de forma fraudulenta a información personal de los usuarios del sistema. Este segundo tipo de riesgo está principalmente asociado a los sistemas que dan servicio a usuarios y puede tener una repercusión muy importante para las organizaciones responsables.

Además de estos dos tipos, existen otros riesgos que pueden condicionar el uso de la tecnología RFID. Así, en torno a la tecnología RFID se vuelve a plantear el debate sobre los riesgos de exposición de los seres humanos a las radiaciones. Este problema ha sido abordado por la OMS. Su Comisión ICNIRP (*International Commission on Non Ionizing Radiation Protection*) ha publicado normas de exposición a las radiaciones que detallan tiempos máximos de exposición y niveles de potencia de los campos electromagnéticos presentes. Los riesgos para la salud que presentan los campos creados por los lectores y etiquetas RFID que hoy se usan comercialmente son mínimos.

2.7 Funcionamiento tecnología RFID

Para entender el funcionamiento de lectores y tarjetas RFID bajo el estándar ISO 14443, primero tenemos que definir una serie de conceptos:

- PCD (Proximity Coupling device): este es el modo de nombrar al lector RFID.
- PICC (Proximity IC Card): Con este término se conoce a la etiqueta, tag o tarjeta de identificación que contiene la información que queremos leer.

- **Portadora:** Esta es una señal base de 13,56 MHz (alta frecuencia) que el lector modifica para enviar datos.
- **Subportadora:** Esta señal está por encima de la señal de la base. Esta señal es la generada por la etiqueta/tag para enviar la información que contiene.

Las comunicaciones realizadas en RFID necesitan un sistema anticolidión, ya que se utiliza TDMA (Time división múltiple Access), que es un sistema de multiplexación de señales cuyo funcionamiento consiste en entregar todo el ancho de banda al dispositivo que se quiere conectar con el lector durante una fracción de tiempo.

También hay que tener en cuenta que es el lector el que inicia siempre la comunicación con la etiqueta o tag.

La norma ISO 14443 define las tarjetas de proximidad, es decir aquellas que generan comunicaciones de radio en un rango de distancia de entorno a 10 cm, este estándar se utiliza principalmente en sistemas de transporte, y en accesos a edificios.

Como hemos visto en el punto en el que se definía la estandarización de la tecnología RFID, existen dos tipos de comunicaciones RFID, las de tipo A y B. A continuación definimos las características de cada uno de estas comunicaciones.

- **Tipo A:**

- **Comunicación PCD -> PICC:** Señal portadora a 13,56 Mhz, con modulación ASK 100%, con codificación Miller Modificada. Con un ancho de banda de entre 106 kbits/s y 847 kbits/s.
- **Comunicación PICC->PCD:** Comunica a través de modulación de carga, con una frecuencia de subportadora de entre $f_c/16$ y $f_c/128$. La codificación utilizada es OOK o Manchester. Con un ancho de banda de entre 106 kbits/s y 847 kbits/s.

- **Tipo B:**

- **Comunicación PCD -> PICC:** Señal portadora a 13,56 Mhz, con modulación ASK 10%, con codificación NRZ. Con un ancho de banda de entre 106 kbits/s y 847 kbits/s.

- **Comunicación PICC->PCD:** Comunica a través de modulación de carga, con una frecuencia de subportadora de entre $f_c/16$ y $f_c/128$. La codificación utilizada es BPSK, NRZ-L. Con un ancho de banda de entre 106 kbits/s y 847 kbits/s.

Capítulo 3

3. Sistemas de control de acceso peatonal

3.1 Introducción

Los sistemas de **control de acceso peatonal** se implementan para poder limitar el acceso a aquellos usuarios que no cumplan con las condiciones establecidas para realizar el tránsito desde una zona no controlada a otra zona a la que se pretende controlar la entrada. Al realizar este control se tiene que asegurar el acceso de aquellos usuarios que cuenten en su poder con un título (etiqueta, tag) que permita el acceso a la zona controlada y también se tiene que restringir el acceso a aquellos usuarios que no dispongan del título necesario para certificar que cumple con las condiciones que permiten el acceso a la zona controlada. Las soluciones para la realización del **control de accesos peatonales** son muy variadas dependiendo de las aplicaciones y las necesidades de cada cliente, se pueden tener desde soluciones con un solo dispositivo que controla una puerta, hasta soluciones con múltiples dispositivos integrados a diferentes sistemas electromecánicos gestionados por medio de un software centralizado.

3.2 Modelos de sistemas de control de acceso peatonal

Los sistemas de control de accesos peatonales, han evolucionado a lo largo de los últimos años, de sistemas mecánicos y con personal especializado, a tener procesos de control de entrada y salida completamente automatizados con diferentes tipos de tecnologías y dispositivos.

Los dispositivos más utilizados actualmente para el control de acceso de personas son:

- **Sistema de control de acceso modelo torniquete:** Estos dispositivos controlan el acceso a la zona que se quiere controlar, mediante un mecanismo formado por tres brazos, normalmente metálicos, que

permiten que sean girados una vez se haya validado el título del usuario que quiera efectuar el acceso, permitiendo que el usuario pase a la zona controlada. La situación de los tres brazos y un sistema de bloqueo del mecanismo de torno, impide que este gire cuando el título aportado por el usuario no ha sido validado por el dispositivo de control de acceso.



Fig. 8 Torniquete de Paso

- **Sistema de control de acceso modelo Flap:** En este caso, se controla un pasillo mediante dos puertas de cristal o plástico que una vez abiertas se esconden dentro de los muebles metálicos que forman el pasillo de control. Cuando las puertas están cerradas impiden el paso del usuario, ya que las dos puertas de cristal prácticamente se unen impidiendo el acceso a la zona controlada. Estos sistemas se utilizan para ámbitos donde el control del acceso requerido es mayor, ya que por la constitución de los elementos que forman el pasillo de control, son más difíciles de flanquear que dispositivo denominados como modelo torniquete.



Fig. 9 Batería control de acceso tipo Flap

- **Sistema de control de acceso modelo Validador:** Este dispositivo, no presenta barrera física que impida el paso f del usuario que quiera acceder a la zona controlada por el sistema de control de acceso. Este dispositivo permite realizar el chequeo del título utilizado por el usuario indicando si el usuario tiene los permisos necesarios para acceder a la zona controlada. Este sistema de control de accesos requiere de la presencia de personal encargado de impedir el paso al usuario en el caso de que el título utilizado sea no válido. Es por ello que se utilizan en zonas donde el control de acceso no necesita de mucha seguridad.



Fig. 10 Sistema de control de acceso tipo validador

3.2 Modelos de tarjetas de identificación

En la actualidad los medios más utilizados para el almacenaje del título que permite el acceso a la zona controlada por los sistemas de control de accesos son:

- **Billete/tarjeta con banda magnética:** La tarjeta/billete incorpora una banda magnética que está compuesta por partículas ferromagnéticas incrustadas en una matriz de resina (generalmente epoxi) y que almacenan cierta cantidad de información. Esta información ha sido codificada y es guardada en la banda magnética mediante la polarización de las partículas ferromagnéticas incrustadas en la matriz de resina. La banda magnética es grabada o leída mediante contacto físico pasándola a través de una cabeza lectora/escritora, la cual graba la información en la banda magnética, mediante la utilización de la inducción magnética. Normalmente se realizan varias pasadas por el lector de banda magnética para comprobar que se ha realizado la introducción de los datos correctamente. Los billetes de banda magnética utilizados en sistemas de transporte ferroviarios, presentan dos estándares en cuanto a su formato. El formato Edmondson, en el cual el billete tiene un tamaño de aprox 2,5 cmx5cm y los denominados billetes ISO que siguen el formato estándar de las tarjetas de crédito.

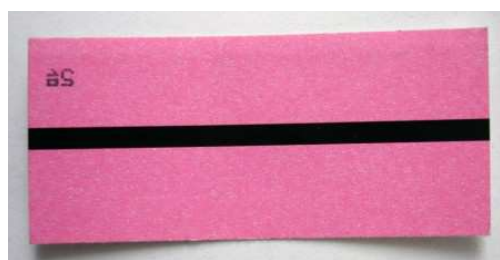


Fig. 11 Billete magnético modelo Edmondson

- **Código de barras:** El código de barras se presenta sobre un formato físico, como podría ser una tarjeta o un ticket normalmente marcado térmicamente, y está basado en la representación mediante un conjunto de líneas paralelas verticales de distinto grosor y espaciado que en su conjunto contienen una determinada información, es decir, las barras y

espacios del código representan pequeñas cadenas de caracteres, las cuales a través de un decodificador nos darán la información que queremos tener. Para poder obtener la información, el denominado “lector de código de barras” emite una luz infrarroja que es reflejada al propio lector. El lector mide el grosor de los tramos de color y de los tramos en negro, obteniendo a través de un decodificador la información deseada. Una avance en el la utilización de los códigos de barra son los códigos bidimensionales o QR que permiten la codificación de más datos. Estos códigos también se están utilizando últimamente a través del teléfono móvil, realizándose la lectura de estos códigos en vez de con la utilización de un lector de luz infrarroja, mediante una fotografía del código, utilizando posteriormente un software que sea capaz de separar tonos oscuros de los blancos, descodificando de esta manera la información guardada en el código QR.



Fig. 12 Identificación mediante código de barras

- **Tarjetas RFID:** El último de los sistemas de identificación que se utilizan a la hora del control de acceso son las denominadas tarjetas sin contacto, denominadas coloquialmente de esta manera ya que no es necesario el contacto directo con el dispositivo lector para obtener la información incluida en ellas. Estas denominadas tarjetas sin contacto, funcionan mediante la denominada tecnología RFID (Radio Frequency IDentification), la cual establece una comunicación entre el dispositivo que contiene la

información, normalmente formado por una antena y un circuito integrado en un soporte físico, y el lector que se encargará de obtener y decodificar la información que se ha guardado en la tarjeta Sin contacto.



Fig. 13 Lector tarjeta RFID

Capítulo 4

4. Sistema control de acceso torniquete RFID

4.1 Introducción

En este tema, se pretende dar un conocimiento general del funcionamiento del mecanismo de control de acceso del modelo torniquete, utilizando lectura mediante RFID para comprobación de la validez del título de acceso. Además de la descripción técnica del torniquete, se describen los distintos modos de funcionamiento requeridos para la realización del control de acceso.

Una vez definidos los modos de funcionamiento del torniquete de acceso, se define la arquitectura de este sistema de control de acceso, tanto a nivel eléctrico como de señales.

Por último, en este capítulo se describirán detalladamente los componentes que forman el torniquete de acceso.

4.2 Descripción funcional del Torniquete de acceso.

El objetivo principal de un Torniquete de control de acceso es el de Analizar un título de viaje o tarjeta de acceso, en formato “sin contacto”, decidir sobre su validez y proceder a realizar las operaciones necesaria sobre el mecanismo que cuya función es la de impedir físicamente el acceso a la zona controlada que no es otro que el trípode incluido en el mueble torniquete, dependiendo de los datos obtenidos en la lectura realizada de la tarjeta de acceso. La forma de indicar al usuario que el título/tarjeta de acceso es válida o no, es indicándolo mediante los dispositivos de visualización de los que dispone el equipo.

El proceso de aceptación de la tarjeta de identificación es el siguiente:

- El usuario acerca la tarjeta de identificación al lector RFID que se encontrará debidamente señalizado en la parte superior del equipo.

- El lector RFID realiza la lectura de la tarjeta de acceso, obteniendo la información contenida en ella.
- Si en el proceso de lectura, se determina que la tarjeta de acceso es válida, el lector RFID que incorpora el equipo, emite una señal a la tarjeta de control del mecanismo torniquete que liberará el mecanismo, permitiendo la rotación del mismo y por lo tanto el paso del usuario.

Si en todo el proceso de lectura de la tarjeta de identificación se produce algún error, el lector RFID rechazaría la tarjeta de identificación no liberando el mecanismo de torniquete, y por lo tanto impidiendo el paso del usuario.

El sistema de control de acceso con torniquete, tiene la posibilidad de trabajar en distintos modos de funcionamiento, dependiendo de las necesidades de control de acceso que se establezcan, pudiendo ser estos modos de funcionamiento cualquiera de los siguientes:

- Modo entrada
- Modo Salida
- Modo bloqueado
- Modo antipánico
- Modo bidireccional

Para comprender estos modos de funcionamiento, primero hay que entender que dependiendo de la situación del torniquete de acceso, se entenderá por sentido de entrada aquel en el cual se realiza el paso de la zona no controlada a la zona controlada por el sistema de control de acceso y sentido de salida se refiere cuando el desplazamiento se produzca en sentido contrario. También hay que tener en cuenta que un mismo Mecanismo de torniquete puede presentar dos lectores RFID que permiten controlar los dos sentidos de paso (de zona controlada a zona no controlada y de zona no controlada a controlada).

Una vez realizadas estas indicaciones podemos definir los distintos modos de funcionamiento:

- **Modo entrada:** En este modo de funcionamiento, solo se encuentra operativo el lector RFID que se encuentra en el lado de entrada del mecanismo. En este modo el sistema de control de acceso, indica con una flecha verde formada por una tarjeta de leds incorporada en la parte frontal del paso que el mecanismo está en funcionamiento y que puede ser utilizado en ese sentido de paso. En el lado de salida en el pictograma indicará con una flecha verde que el paso en ese sentido es permitido. Cuando se acerca la tarjeta de identificación al lector RFID situado en el lado de entrada, el lector lee la información incluida en la tarjeta. En caso de ser válida, se desbloquearía el mecanismo trípode del mueble permitiendo el paso del usuario. Una vez se valida el paso los pictogramas que se encuentran en los dos lados del paso se encuentran en rojo, para indicar al resto de usuarios que en ese momento no se puede realizar validación del paso, y que el paso se encuentra ocupado. El paso de zona controlada a zona no controlada se realiza de forma libre ya que el mecanismo trípode se encontrará desbloqueado y podrá girar libremente en ese sentido. Una vez se detecte el movimiento del mecanismo trípode, los pictogramas situados en ambos lados de torniquete de acceso indicaran una equis en rojo.
- **Modo Salida:** Este modo se utiliza cuando se quiere controlar el paso desde la zona controlada a la zona no controlada. En este caso el lector PCD que se encuentra en la zona controlada del sistema de control de acceso es el que se encuentra operativo, indicando el pictograma de este lado con una flecha verde que el paso se encuentra operativo. Cuando el usuario acerca la tarjeta de identificación al lector PCD, este lee la información de la tarjeta y la analiza. Si la tarjeta es válida, desbloquea el mecanismo trípode, permitiendo el paso del usuario. En estos casos el paso de zona no controlada a zona controlada, se encuentra bloqueado, por lo que el pictograma del lado de entrada del paso marcará una equis en rojo y el mecanismo trípode se encontrará bloqueado en ese sentido de paso.
- **Modo Bidireccional:** en este modo los dos lectores PCD, se encuentran operativos, indicando los dos pictogramas del sistema de control de accesos con una flecha verde que el paso está permitido en ese sentido. En este caso cuando uno de los dos lectores RFID se encuentra leyendo una tarjeta de acceso manda

una señal al otro lector PCD indicándole que no puede realizar lecturas de tarjetas de identificación, impidiendo de esta manera que se realicen dos lecturas simultáneas. Se realiza la lectura del título de acceso por parte del lector RFID que haya comenzado la lectura en primer lugar, realizando la misma operativa en ese sentido que se ha explicado anteriormente para cada uno de los modos de entrada y salida.

- **Modo bloqueado:** En este modo, ninguno de los dos lectores PCD se encuentra operativo, permaneciendo los dos pictogramas del sistema de control de accesos con una equis roja y el mecanismo de torniquete bloqueado en los dos sentidos de giro.
- **Modo antipánico:** En este modo, ninguno de los lectores se encuentra operativo, mostrando los pictogramas de cada lado de paso una flecha verde ya que el paso en ambos sentido se encontrará permitido. El mecanismo de torniquete en estos casos, permite liberar el brazo que se encuentra paralelo al suelo y que a la postre es el que impide el paso. Cuando se libera el brazo, este cae permitiendo el paso de manera libre en los dos sentidos. Este modo se suele utilizar cuando se produce algún suceso que pudiera provocar aglomeraciones de usuarios en la barrera formada por los sistemas de control de acceso.

4.3 Arquitectura del sistema de control de acceso.

4.3.1 Arquitectura de alimentación

Para poder instalar un mecanismo de control de acceso mediante torniquete, necesitamos disponer de una acometida de alimentación. En el caso que vamos a estudiar contaremos con una acometida de 220 V y 50 Hz, pero podríamos realizar la instalación del torniquete en cualquier parte del mundo cambiando los elementos de protección, y alimentación por otros cuyos parámetros nos permitieran trabajar en el rango de tensiones y frecuencia con los que se trabajen en el lugar de destino donde se realice la instalación del sistema de control de acceso.

El sistema de control de acceso, se trabajará con dos líneas de alimentación, consideraremos como línea fría aquella que no presenta protección ante la posible caída de

la tensión que llega al equipo. Con esta línea se alimentan, aquellos elementos que no actúan en el control del sistema de control de accesos. Esta línea se obtendrá del bornero de alimentaciones y desde aquí se conectará con el conversor de alimentación que acompaña el mecanismo torniquete y que será el encargado de alimentar la electrónica de control (LL2001) del mecanismo trípode. Esta línea fría, a través del bornero de alimentaciones también se entrega tensión a una fuente de 24 Voltios que alimentará los pictogramas aspa-flecha que serán los encargados de indicar si el paso por el mecanismo de control de acceso está permitido en ese sentido. Por otro lado tenemos la línea de alimentación caliente, que generaremos con una unidad de alimentación interrumpida que nos dará a su salida una tensión de 12 voltios. A través de esta fuente de alimentación, se alimenta la electrónica PCD que es la encargada de realizar todo el proceso de lectura y validación de título y de controlar las señales provenientes de los distintos elementos del mecanismo torniquete. La función de esta línea caliente es mantener la alimentación del PCD el tiempo para que realice las operaciones que se consideren necesarias antes de realizar el apagado controlado del sistema sin perder los datos almacenado (enviándolos al concentrador o guardándolos en su propia memoria interna) y terminar la validación que se pudiera estar realizando en el momento en el que se produce la caída de tensión.

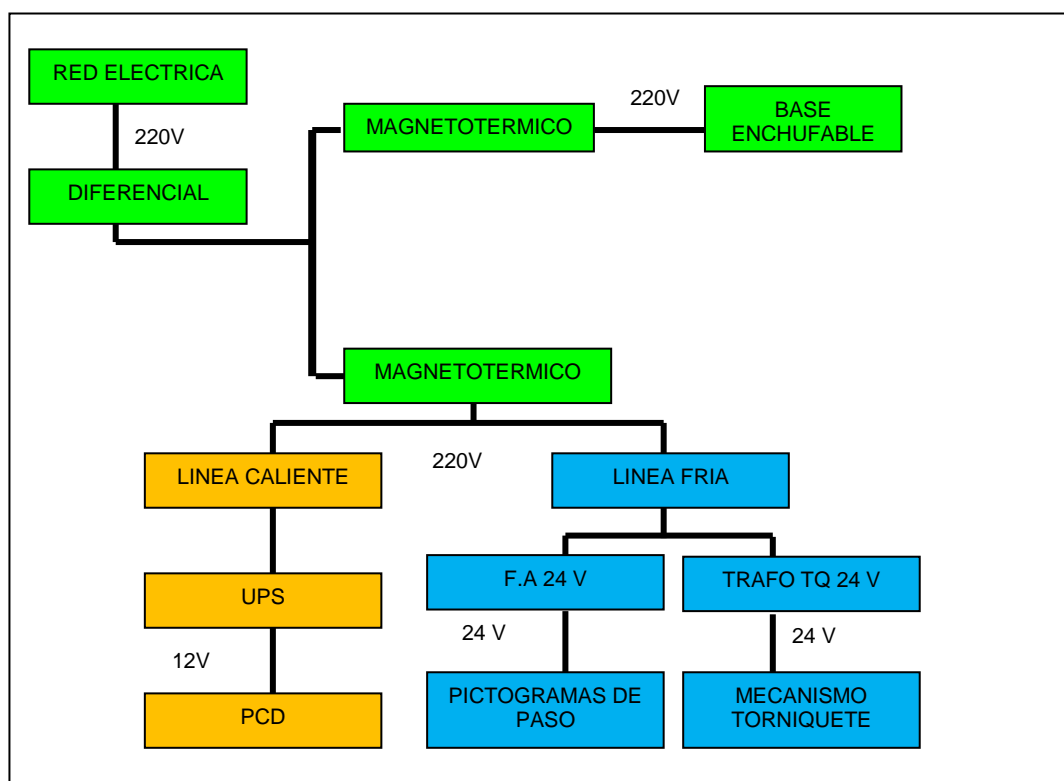


Fig. 14 Arquitectura de alimentaciones

4.3.2 Arquitectura de elementos de torniquete de paso

El elemento que va a controlar el funcionamiento del sistema de control de accesos es la electrónica PCD, la cual ha sido diseñada para que pueda cumplir con estas funciones, además de presentar la capacidad de leer y escribir en tags RFID. El PCD se conectará a través de una conexión Ethernet al concentrador encargado de controlar el funcionamiento de los sistemas incluidos en la instalación. Esto permitirá realizar modificaciones en los parámetros que se quieran establecer en el sistema de control de accesos de manera remota, así como realizar el envío de los datos de las validaciones realizadas de tal manera que estos puedan ser procesados por el centro de control. Se utilizará el conector RS-485 con el que cuenta la electrónica PCD para comunicarse con el mecanismo trípode a través de la tarjeta de control incorporada al mecanismo trípode (LL2001). Esta comunicación se establece con la finalidad de enviarle la configuración de funcionamiento con la que se desea trabaje el mecanismo trípode y recibir información del estado del mecanismo trípode. El trípode también se conectará a la tarjeta PCD a través de un bus I/O, ya que tienen que intercambiar información con la finalidad de indicarle cuando se realiza una lectura, cual es el solenoide que está funcionando, la señal de alarma que provoque la caída del brazo en caso de emergencia. Para poder realizar la lectura de los títulos en formato RFID, necesita estar conectado a una antena que será la encargada de obtener la señal de radio enviada por el título RFID y por lo tanto de obtener los datos incluidos en ese título. La conexión entre el lector y la antena se realizará a través de un cable coaxial. El mueble torniquete cuenta con unos leds en la parte superior utilizados para indicar al usuario si se le permite el paso. Estos leds indican si el título del usuario es válido y se conectan al PCD a través de dos conexiones I/O. También se contará con un zumbador, encargado de emitir un mensaje sonoro cuando el título no es válido, este zumbador también se conectará mediante una señal I/O. Para estas dos conexiones la electrónica PCD utilizada cuenta con conectores específicos. El mueble torniquete cuenta con un pictograma en cada uno de los frontales del mueble torniquete. Estos pictogramas pueden mostrar dos formas, una equis roja o una flecha verde. La conexión de estos dos pictogramas con el PCD se realiza también a través de señales I/O. Por último la electrónica PCD cuenta con un conector específico para poder conectar a un Display de 2x 16 líneas que será el encargado de mostrar información al

usuario. A continuación se podrá ver un esquema de la arquitectura y conexiones del sistema de control de accesos.

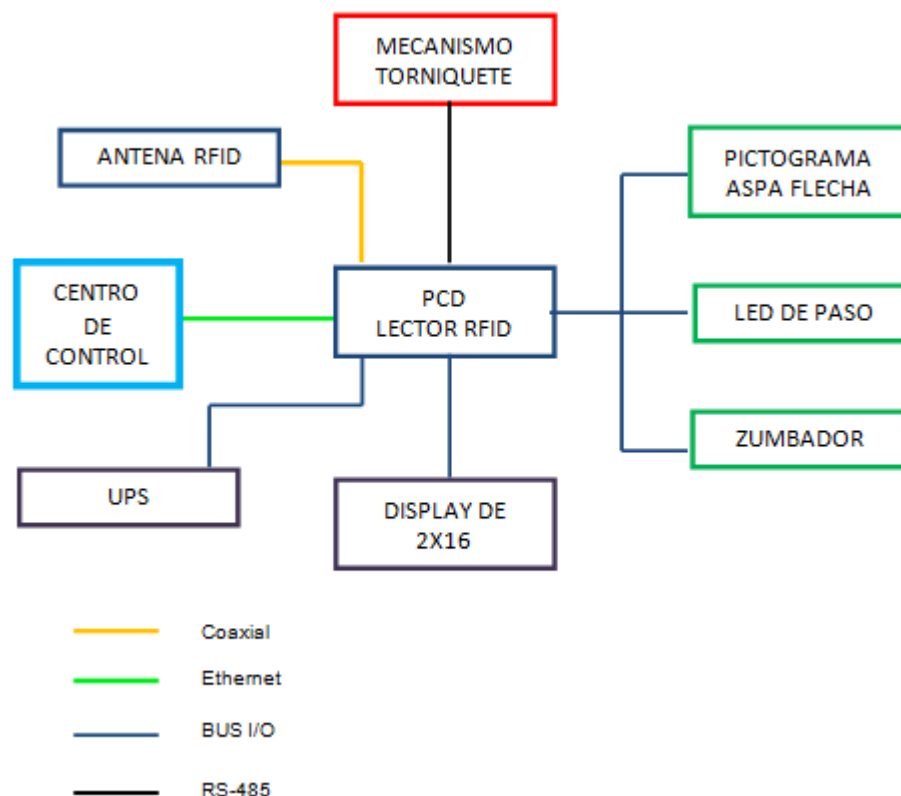


Fig. 15 Arquitectura Sistema Control Acceso

4.4 Descripción técnica de dispositivos

4.4.1 Mecanismo Trípode

El mecanismo trípode utilizado para incluir en el sistema de control de acceso diseñado, es el mecanismo trípode modelo Hércules de la empresa Gunnebo. Este tipo de sistema de control de acceso ha sido diseñado como barrera física para impedir el acceso, en lugares con un gran flujo de usuarios, manteniendo un alto nivel de seguridad.

El mecanismo de trípode se encuentra integrado en un cuerpo metálico (normalmente acero inoxidable) que contiene el mecanismo que controla la rotación de una cabeza rotatoria a la cual se fijan 3 brazos tubulares. Estos 3 brazos están posicionados en intervalos de 120º por lo que cuando la unidad está en reposo, uno de los brazos siempre va

a estar en la posición horizontal, impidiendo el paso del usuario. El giro de la cabeza rotatoria se realiza manualmente por el usuario.

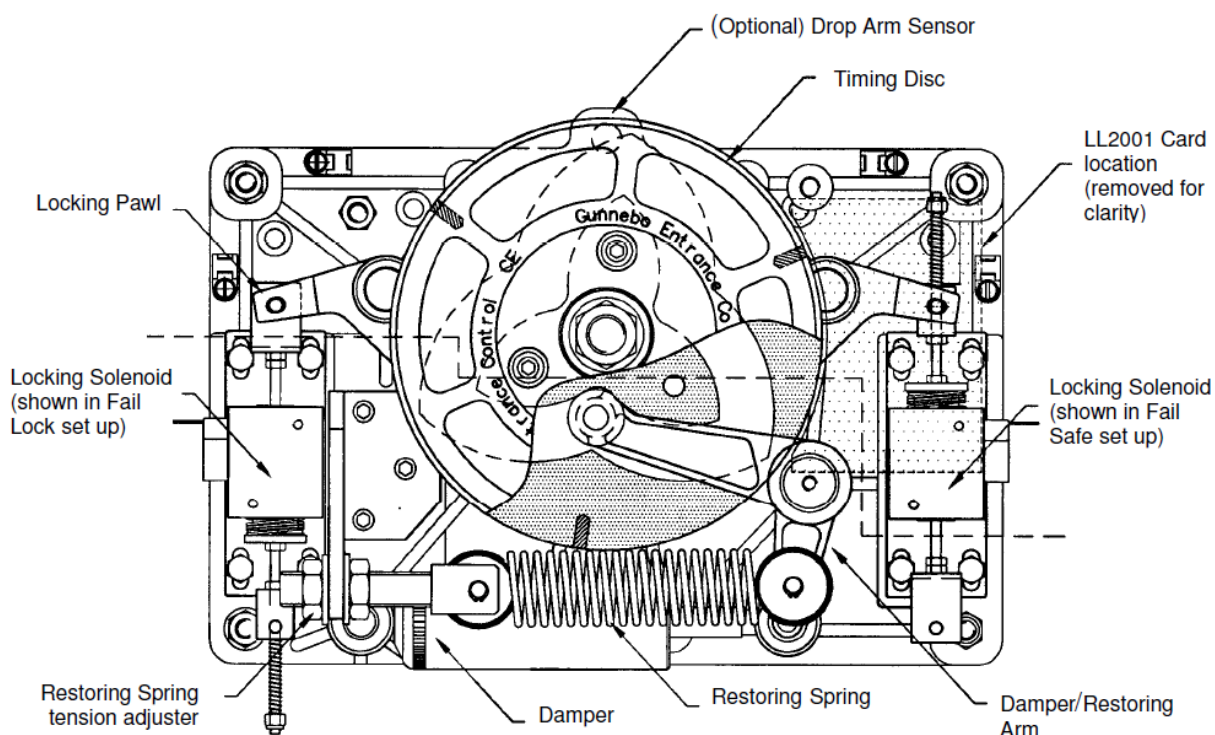


Fig. 16 Esquema mecánico Trípod

La cabeza rotatoria del trípod, se encuentra montada en una base de aleación de aluminio, donde se encuentran las guías y los elementos de montaje necesarios para la incorporación del resto de elementos que se encargarán de realizar el control del giro de la cabeza rotatoria. La base contiene un par de soportes para el eje de transmisión de la cabeza rotatoria.

La cabeza rotatoria está formada por un conjunto de levas dentadas y una leva de posición en la parte superior. El conjunto de levas dentadas a su vez está formado por una leva de acero dentada, una leva de poliuretano dentada y una última leva que tiene en sus extremos una pestaña de bloqueo. Dos sensores montados en el lado de soldadura de la tarjeta LL2001, que se definirá más adelante, generan unas señales eléctricas cada vez que los solenoides de la tira metálica posicionada en el perímetro de la leva de posicionamiento pasan entre ellos.

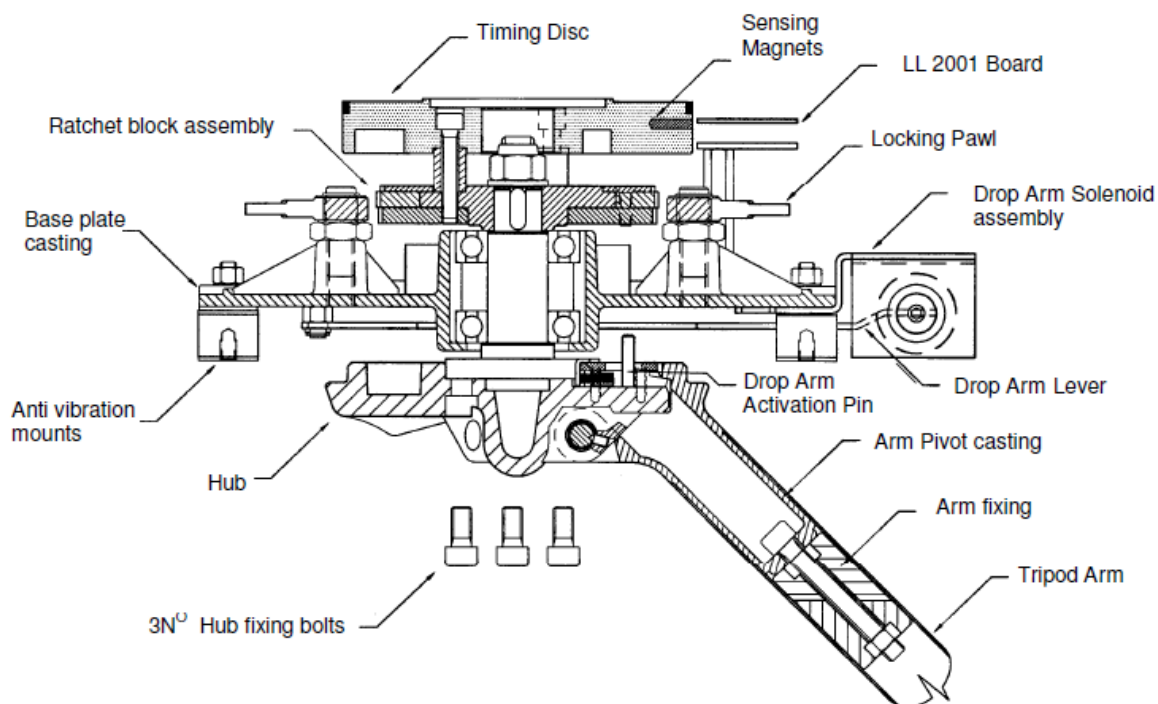


Fig. 17 Corte transversal cabeza rotatoria

El mecanismo presenta un sistema de bloqueo, para impedir el giro del trípode cuando no se desea permitir el tránsito en alguno de los dos sentidos. Este sistema de bloqueo funciona controlando un balancín, el cual actúa sobre los dientes de la leva de poliuretano que forma parte del conjunto de levas. Se actúa sobre la leva de poliuretano del conjunto de levas dentadas descrito anteriormente, porque este material absorbe el ruido que se produce con el contacto entre la cabeza del balancín y la rueda dentada utilizada para frenar. El perfil dentado de la leva está diseñado para que pueda ser parada en intervalos de 15°. Los balancines, están accionados por dos solenoides, cada uno encargado de realizar el bloqueo en cada uno de los sentidos en los que puede girar la cabeza rotatoria, en el sentido de las agujas del reloj y en el sentido contrario a las agujas del reloj. El mecanismo de bloqueo tiene dos modos de funcionamiento, pudiendo trabajar en cualquiera de los dos, Fail Locked (FL) y Fail Safe (FS) conforme se necesite. Estos dos modos de funcionamientos se explicaran posteriormente. Cuando los solenoides no actúan sobre el balancín para bloquear la rueda, estos vuelven a su posición normal gracias al muelle de restauración.

El dispositivo de posicionamiento del mecanismo, está formado por la leva superior que consiste en un disco de nylon, el cual presenta una guía con un perfil especial. En tres puntos de esta guía, a una distancia mínima del centro y a intervalos de 120° coincidentes

con las posiciones de los brazos del trípode se encuentra un pin. Una muesca en la leva, se engancha a la palanca de posicionamiento, la cual se encuentra situada en una bisagra de la base. El otro extremo de la palanca de posicionamiento se encuentra sujeto al muelle de recuperación y al amortiguador. La función de esta palanca de posicionamiento es que una vez que el pin de guía ha sobrepasado la cima de la guía de la leva de posicionamiento, provoca la rotación de la cabeza rotatoria hasta que realice un giro de 120º completos, volviendo a dejar un brazo del trípode en la posición de barrera. La función del amortiguador es la de ajustar la fuerza con la que el muelle devuelve la cabeza rotatoria a la posición de barrera, evitando que la parada del mecanismo sea brusca y agresiva para el equipo. Durante todo el acto de giro de la cabeza rotatoria, el amortiguador realiza una fuerza de frenado proporcional a la velocidad de rotación.

También presenta un mecanismo anti-reverso, que impide que la cabeza rotatoria gire en el sentido opuesto al cual se ha dado permiso. Este bloqueo lo generarán los mismos elementos que permiten el bloqueo normal del trípode, actuando este sistema de bloqueo al realizar un giro de más de 67º en sentido opuesto al que se ha dado el permiso. En este caso el mecanismo se bloquea en cualquiera de las siguientes posiciones angulares 60º, 75º, 90º y 105º dependiendo de cuando haya saltado la señal de bloqueo.

Para conocer la posición angular en la que se encuentra la cabeza rotatoria, el mecanismo cuenta con sensores y con los elementos necesarios para activar estos sensores. La leva de posicionamiento, está formada por tres nervios, los cuales están alineados con los 3 brazos del trípode. Cada uno de estos nervios presenta un imán posicionado en el filo de la leva y distanciados 120º. Una tira ferrítica se encuentra encastrada en la parte superior de la leva y actúa como una serie de imanes permanentes situados en intervalos de 10 mm, dándonos un total de 54 dipolos a lo largo de la circunferencia de la leva.

Los sensores de campo magnético capaces de detectar los imanes incluidos en la leva de posicionamiento, se encuentran en la parte inferior de la tarjeta LL2001, los cuales los detectará al pasar por la parte inferior de esta.

El trípode está encastrado en un plato donde se incluyen los montajes de los brazos y de los dispositivos de posicionamiento. Los brazos del trípode presentan un dispositivo que permiten que en caso de emergencia o con el envío de una señal, el brazo sea liberado y

caiga por su propio peso, permitiendo dejar libre el paso. Este mecanismo está formado por un solenoide que opera sobre una palanca. En condiciones normales, el solenoide está alimentado, manteniendo el brazo sujeto y por lo tanto impidiendo el paso. Cuando se corta la alimentación del solenoide, este actúa sobre la palanca que a su vez actúa sobre el mecanismo de detección del brazo. Se dispone de un sensor cuya función es indicar a la placa de control si el brazo que impide la transición por el mueble torniquete ha caído.

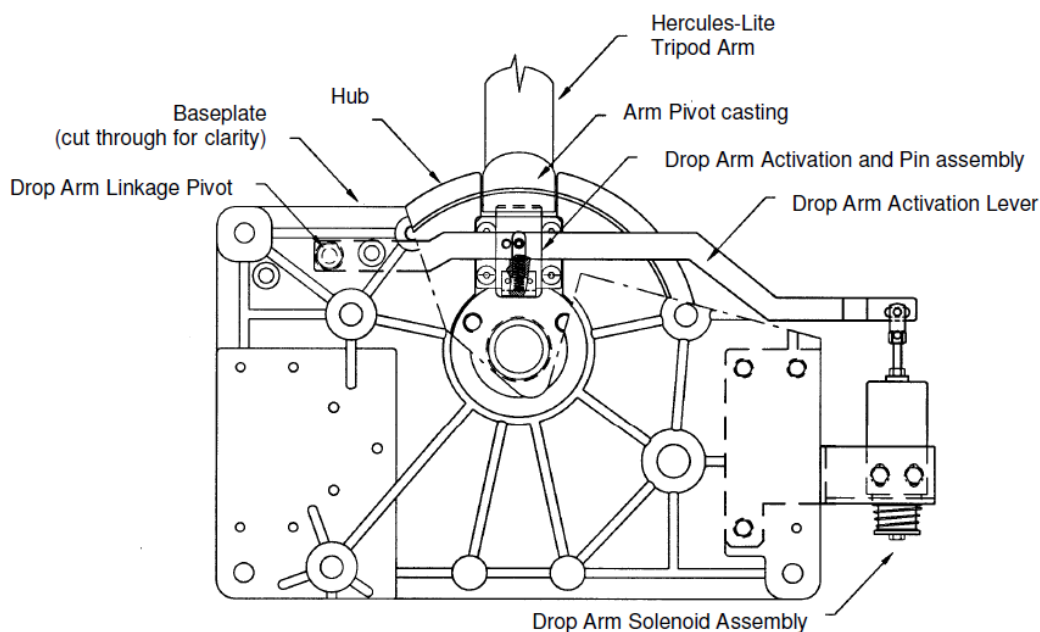


Fig. 18 Mecanismo caída de brazo

El mecanismo trípode es bidireccional, es decir tiene la posibilidad mecánicamente, como ya se ha explicado anteriormente, de girar en ambos sentidos, pudiendo ser configurado independientemente en cada sentido de los siguientes modos:

- Modo desbloqueado: El mecanismo permanece desbloqueado en el sentido deseado.
- Modo bloqueado: El mecanismo permanece bloqueado en el sentido deseado.
- Modo Controlado por lector: El mecanismo permite el paso solamente cuando recibe indicaciones por el lector de los títulos de acceso.

Estos modos de funcionamientos, pueden ser implementados a través de los trimmers que se encuentran en la placa de control LL2001, por control remoto o a través de una interfaz serie RS485 (la utilizada en este caso).

El dispositivo de bloqueo del trípode, descrito anteriormente, puede configurarse para que funcione en dos modos distintos según se actúe sobre los solenoides de bloqueo del paso:

- **Fail locked (FL):** El mecanismo se bloquea cuando no se está alimentado
- **Fail Safe (FS):** El mecanismo permanece con movimiento libre, cuando no está alimentado.

Dentro de estos modos de funcionamiento del dispositivo de bloqueo, la lógica de control ofrece dos modos de funcionamiento:

- **Normalmente cerrado:** En este modo, en estado de reposo, el dispositivo de rotación permanece bloqueado, en espera de una señal que le indique que puede permitir el paso.
- **Normalmente abierto:** El dispositivo de rotación permanece libre de giro, siendo un intento de giro del mecanismo, sin recibir el permiso correspondiente, lo que provoca su bloqueo.

A continuación se indican las secuencias de funcionamiento del mecanismo cuando este se encuentre en los modos de funcionamiento indicados anteriormente:

- **Normalmente cerrado:** En el estado de reposo el mecanismo se encuentra bloqueado en los dos sentidos de giro. Para realizar este bloqueo en modo FL, no alimentaríamos los dos solenoides que permiten el bloqueo de giro (en modo FS estarían alimentados). Al tener desde el lector de títulos la señal de que se tiene permiso de paso, permitiríamos la rotación del mecanismo en el sentido deseado. Si el sentido fuese desde la posición A a la B, se alimentaría el solenoide A y se mantendría sin alimentación el solenoide B (en modo FS las alimentaciones se invertirían). Con esto se permitiría el paso y para volver a la posición de bloqueo que tenemos en reposo, lo que se hace una vez se ha girado el mecanismo más

de 67º es quitar la alimentación del solenoide A, provocando que se vuelva a bloquear el mecanismo. El sistema opera de la misma manera para la transición en dirección de B a A.

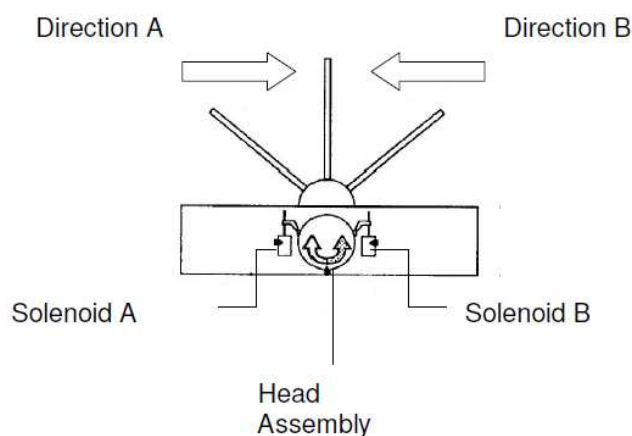


Fig. 19 Diagrama esquemático sentido giro

- **Normalmente Abierto**, la secuencia de funcionamiento difiere un poco de la explicada anteriormente. En este modo de funcionamiento en reposo, el mecanismo se encuentra libre, por lo tanto los dos solenoides se encuentran alimentados en modo FL (sin alimentación en modo FS). Si se intentase girar el mecanismo sin haber recibido la autorización del lector de títulos, una vez que se detecte que se ha realizado un giro de más de 10º, al solenoide correspondiente se le quitaría la alimentación bloqueando el giro en este sentido. El balancín que realiza el bloqueo de la cabeza rotatoria, solo dejará de bloquear el paso cuando la cabeza rotatoria vuelva a la posición de reposo. El dispositivo que impide el giro en el sentido contrario al que se está realizando el paso, solo funcionará, cuando se haya realizado un giro de 67º en el sentido deseado. El mecanismo de bloqueo actuará, cuando se haya realizado un giro de 3,3º en sentido contrario al deseado. Solo se desbloqueará el giro, cuando se vuelva a realizar un giro de al menos 6,6º en la dirección correcta.

El mecanismo presenta la posibilidad de introducir una señal de alarma/fuego, que una vez sea recibida por la electrónica de control, permitirá que el mecanismo gire libremente en cualquiera de los dos sentidos, situación que permanecerá mientras que la

señal de emergencia permanezca activa. Si el mecanismo está preparado con la función de brazo oscilante, también se puede provocar la caída del brazo cuando se reciba la señal de alarma.

El mecanismo de trípode controla una serie de alarmas que se procederán a explicar a continuación. Cuando se intenta girar el trípode, sin la autorización del lector de títulos, la electrónica de control del mecanismo interpretará que hay un intento de fraude (**Fraud Alarm**), provocando que los solenoides bloqueen la rotación. En el modo normalmente abierto, se provoca el bloqueo del mecanismo. El trípode vuelve a su estado de reposo, cuando detecta que el brazo sobre el que se ha actuado vuelve a la posición de barrera. La rotación del trípode debe de realizarse completamente en 8 segundos, en caso contrario se generará una señal de alarma (**Positioning alarm**) que no se desaparecerá hasta que el brazo vuelva a la posición de barrera. Cuando el brazo cae, también se mandará una señal de alarma (**Drop Arm Alarm**) que permanecerá activa mientras el brazo se encuentre caído.

El mecanismo de trípode cuenta con un conector RS485, el cual se encuentra en la tarjeta de control LL2001, a través del cual se puede controlar el modo de funcionamiento del mecanismo trípode, actuando sobre las distintas variables y señales con las que trabaja el mecanismo.

Para el tratamiento de las señales de autorización de paso, el trípode funcionando en el modo de control por lector, espera que el lector de títulos le envíe una señal de desbloqueo que autorice el acceso a la zona controlada. La señal enviada por el lector puede ser interpretada de tres maneras distintas:

- **Unlock on Front:** Se espera a que se produzca la transición de la señal de desbloquear paso, de no-activa a activa para comenzar la cuenta de time out de paso del torniquete.
- **Unlock on Level:** Se espera a que se produzca la transición de la señal de desbloquear paso, de activa a no activa para comenzar la cuenta de time out de paso del torniquete.
- **Copy:** Mantiene el paso desbloqueado mientras que la señal se mantenga activada.

Por defecto se establece el modo “Unlock on front”, en este modo la lógica de control guarda todas las señales de activación que le lleguen mientras que está funcionando.

Además de la parte mecánica del torniquete, este cuenta con una electrónica de control, denominada LL2001, que es la encargada de detectar el giro del torniquete, actuar sobre los solenoides de bloqueo del torniquete, manejar los “time outs” y las señales digitales que conectan al mecanismo con el mundo exterior. Esta electrónica presenta una serie de trimmers, con los cuales se pueden ajustar manualmente gran parte de los parámetros que determinan el funcionamiento del torniquete. También es posible ajustar los factores que se pueden modificar con los Trimmers a través del conector que permite la comunicación serie con el trípode a través de un conector RS-485.

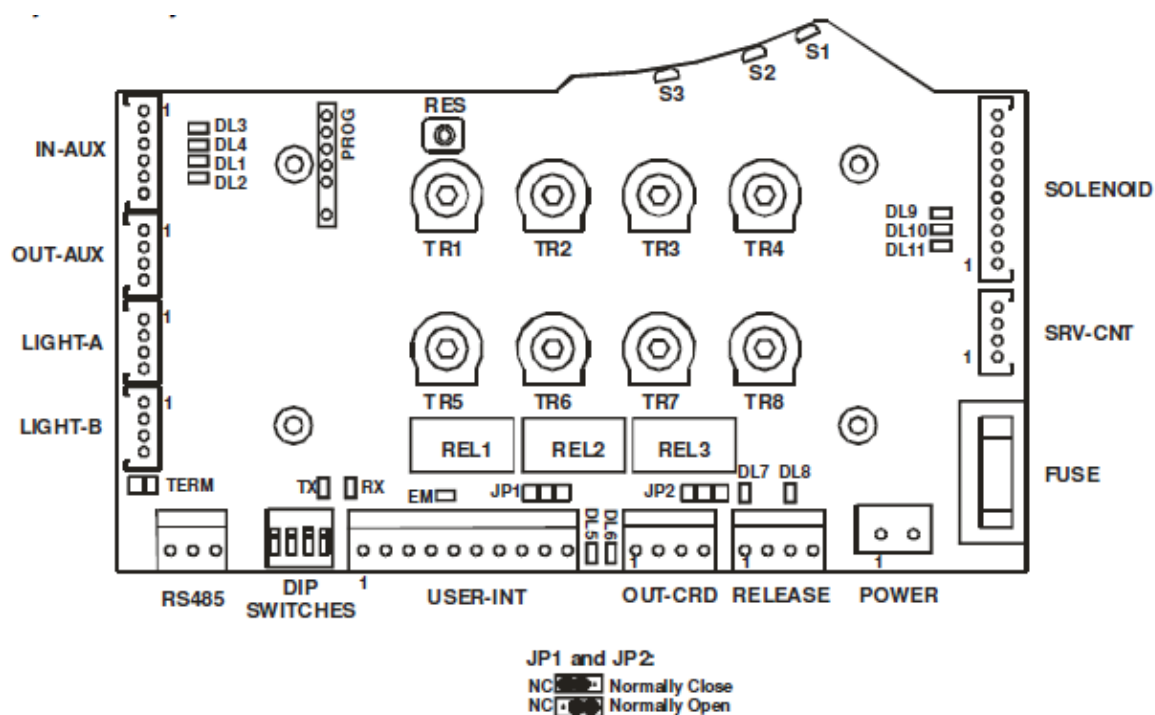


Fig. 20 Layout Electrónica control LL2001

Los solenoides A y B de los que se ha hablado anteriormente, así como el solenoide que permite la caída de brazo están conectado a la tarjeta de control, tal y como se indica en la figura 21. En esta figura también se puede ver como se conecta la Fuente de Alimentación PX53-14, la cual entrega 24 Voltios con una entrada de 115Vac/240Vac, siendo esta entrada ajustable. La corriente máxima entregada por esta fuente de alimentación es de 2.2 A. Con

esta fuente de alimentación se alimentan la electrónica de control y los distintos solenoides que realizan las funciones de bloqueo en el mecanismo trípode.

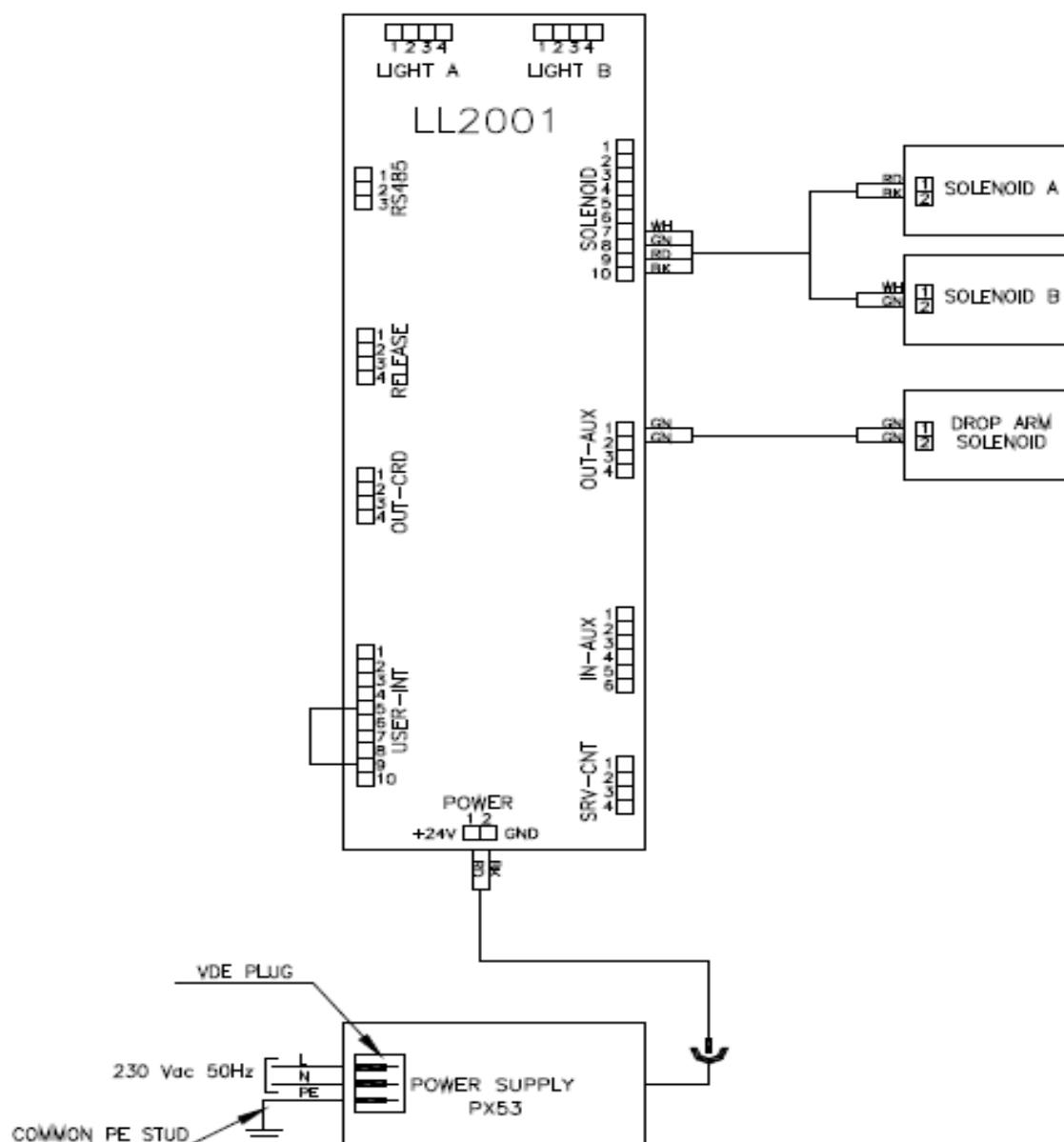


Fig. 21 Conexiones solenoides-LL2001

A continuación se van a indicar las entradas y salidas de la tarjeta electrónica de control LL2001. Las entradas de la tarjeta LL2001 que se indican a continuación son tipo NPN, por lo que es necesario que la señal pase a masa cuando se quiera activar la señal. La tensión de entrada media de estas señales es de 5 Vdc, que será entregada por el lector PCD diseñado para el control de mueble torniquete. En las tablas también se puede observar el conector y el pin de la tarjeta LL2001 que actúa sobre la entrada descrita.

Conector - Pin	Descripción/función
RELEASE pin 1	Reader authorization for direction A
RELEASE pin 3	Reader authorization for direction B
USER-INT pin 1	Lock mode command for direction A
USER-INT pin 2	Unlock mode command for direction A
USER-INT pin 3	Lock mode command for direction B
USER-INT pin 4	Unlock mode command for direction A
USER-INT pin 5	Emergency / fire alarm
IN-AUX pin 2	auxiliary input # 1
IN-AUX pin 3	auxiliary input # 2
IN-AUX pin 4	auxiliary input # 3
IN-AUX pin 5	auxiliary input # 4

Tabla 2 Entradas LL2001

Las salidas de la tarjeta controladora LL2001 son las siguientes:

USER-INT pin 6, 7	REL1 dry contact
OUT-CRD pin 1, 2	REL2 dry contact (NC/NO settable by jumper)
OUT-CRD pin 3, 4	REL3 dry contact (NC/NO settable by jumper)
SOLENOID pin 8	solenoid A driving output
SOLENOID pin 10	solenoid B driving output
OUT-AUX pin 2	auxiliary output 1
OUT-AUX pin 3	auxiliary output 2
LIGHT-A pin 2	No Use
LIGHT-A pin 3	No Use
LIGHT-A pin 4	No Use
LIGHT-B pin 2	No Use
LIGHT-B pin 3	No Use
LIGHT-B pin 4	No Use
SRV-CNT pin 2	No Use

Tabla 3 Salidas Tarjeta LL2001

4.4.2. Lector sin contacto o PCD (Proximity Coupling Device)

El control del sistema torniquete se realizará con una electrónica diseñada especialmente para tener la capacidad de ser usada para controlar distintos modelos de sistemas de control de acceso. Ha sido diseñada con el objetivo de que sea capaz de controlar los dispositivos utilizados habitualmente en los sistemas de control de acceso. Además de esta función también se ha equipado con un micro lector PCD, por lo que también realizará las funciones de lectura escritura de los títulos RFID.

Desde esta electrónica PCD, está adaptada para poder controlar distintos dispositivos por defecto, como son los indicadores de validez del título, un emisor sonoro o zumbador, un display LCD de 2x15 caracteres o un TFT de 5,7" con pantalla táctil entre otros dispositivos.

Para realizar las funciones requeridas por el sistema de control de accesos, el PCD contará con un microcontrolador AT91SAM9G46 de atmel, basado en un procesador Arm9 de 32 bits a 400MHz, memoria RAM DDR2 de 32 MB, ampliable a 64 Mb. El espacio dedicado al SW de control del sistema de control de accesos y para los datos de las lecturas realizadas, el lector PCD cuenta con un puerto para memoria NAN flash de 120 MB.

Para establecer las comunicaciones RFID a 13,56 MHz, el lector PCD dispone del micro CLRC663 de la marca NXP, pudiendo soportar y funcionar cumpliendo las siguientes normativas:

- Lectura y escritura soportando ISO/IEC 11443A/MIFARE
- Lectura y escritura soportando ISO/IEC 11443B

El funcionamiento en estos modos, le permite cumplir con los protocolos de comunicaciones de las tarjetas MIFare Classic 4K, MIFARE ultralight, MIFARE ultralight C, MIFARE PLUS y MIFARE DESFIRE, soportando las velocidades más altas de transmisión de datos de la familia MIFARE, que están por encima de 848 kbits/s en ambas direcciones.

Para los productos bajo el ISO/IEC 11443B, el lector no cumple con los protocolos de anticolisión, los cuales deben ser implementados en el firmware del controlador.

En cualquier dispositivo de control de acceso, será necesario mostrar al usuario información sobre su acceso, como la validez del mismo (título aceptado o rechazado), en el caso de ser una tarjeta de transporte público se podría mostrar el número de viajes restantes. Para esto la tarjeta PCD está equipada con una interfaz para control de un dispositivo Display de 2x16 caracteres, una pantalla LCD gráfica o incluso un TFT de 5,7" con pantalla táctil.

En estos equipos, también se suele mostrar con elementos de señalización que sean intuitivos para el usuario, si el título ha sido validado o rechazado. Por esta razón, la tarjeta

incorpora dos leds, uno rojo y otro verde que nos permitirán indicar la validez o no del título utilizado. Adicionalmente se encuentra preparada para conectar externamente un par de tarjetas indicadoras led que cumplan con la misma función.

La electrónica que conforma el PCD, puede comunicarse con el exterior a través de comunicaciones serie ya que cuenta con 3 conexiones RS-232, 1 conexión RS-485 y una conexión RS-422. Además de estas conexiones presenta un Conector USB externo.

También presenta comunicaciones Ethernet de 10/100 Mbps, y la posibilidad de conectar un módulo wi-fi, que nos permita mantener conexiones inalámbricas en ambientes donde no sea posible establecer conexiones Ethernet.

En cuanto a señales digitales, la electrónica presenta un bus de expansión que permitirá la recepción de las señales de control.

El lector PCD puede trabajar en un rango de tensiones de entrada de entre 9 V y 36 voltios, siendo el rango de temperaturas de utilización entre -20 °C y 70 °C.



Fig. 22 Imagen PCD

4.4.3 Antena RFID

El PCD tiene que intercambiar información con los tag (etiquetas, tarjetas,...) que utilicen los usuarios para validar el paso, para comunicarse con el tag, necesita de una antena que emita la señal. El PCD emite continuamente, siendo el elemento que establece la conexión, la antena responde a la emisión del PCD. En esta comunicación además de emitirse datos, se produce una transmisión de energía, necesaria para que el Tag pasivo pueda activar el chip interno integrado en el y poder enviar la información que guarda. Este traspaso de energía se basa en el principio de transformación, ya que tanto el PCD como el PICC están formados por una bobina de cobre.

La antena que se utilizará con el lector PCD definido anteriormente, ha sido diseñada para que sea compatible con el micro incluido en el lector RFID incluido en el PCD del torniquete (CLRC663).



Fig. 23 Antena PCD

A la hora de diseñar la antena, lo primero que se ha de tener en cuenta es el coeficiente de acoplamiento, ya que de él depende la potencia transmitida desde el PCD al PICC (tag), y viceversa. Esta transmisión de energía desde el PCD hasta el PICC, está basado en el principio de transformación, ya que al estar tanto la antena del PCD con la antena del PICC formados por bobinas de cobre, se produce un flujo magnético en la bobina del PCD debido a la corriente que circula con él, el cual al introducir el PICC en su campo de acción genera una V en la bobina que forma parte de la antena del PICC. La V del PICC depende de la cantidad de flujo magnético que atraviesa la bobina, comenzando la transmisión del PICC cuando se alcance la tensión de funcionamiento de este.

Debido a la importancia de la energía generada en el PICC, un parámetro importante a la hora de diseñar la antena será el coeficiente de acoplamiento existente entre las antenas del PCD y del PICC. En la figura siguiente podremos observar, tanto el principio físico en que se basa la generación de energía en el PICC como el equivalente eléctrico.

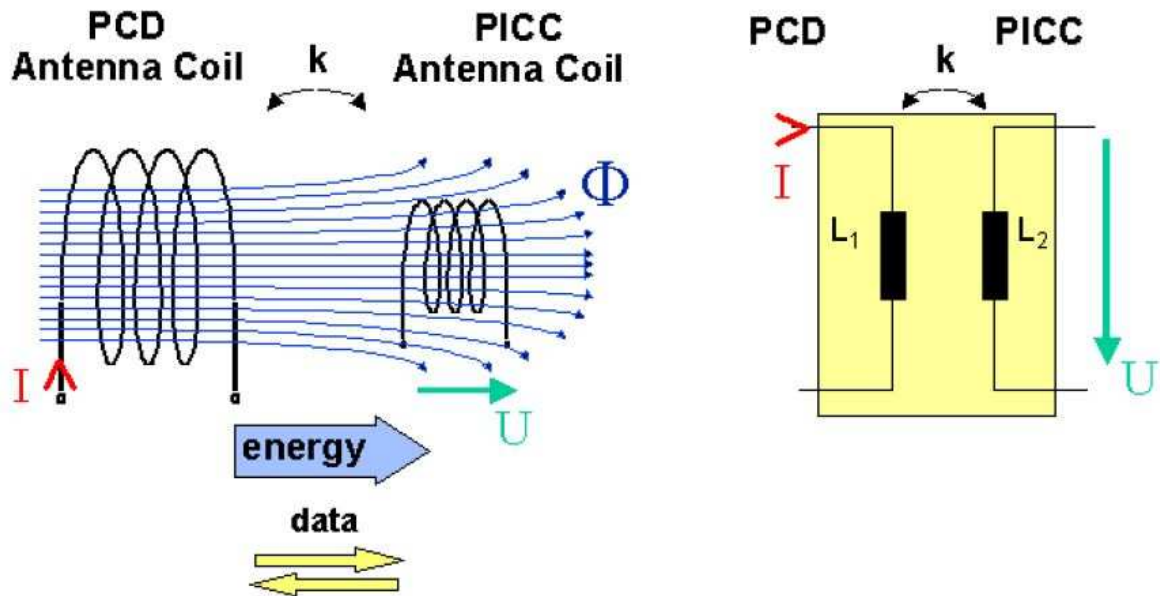


Fig. 24 Principio físico y equivalente eléctrico generación energía

El coeficiente de acoplamiento entre las dos espiras (k) depende de la distancia existente entre las dos espiras (x) y del radio de la espira que emite (r), como se puede ver en la fórmula siguiente:

$$k = \mu_0 \cdot \frac{r^2}{2(r^2 + x^2)^{3/2}} \cdot \frac{A_2}{\sqrt{L_{01} \cdot L_{02}}}$$

El mínimo factor de acoplamiento que debe existir entre las dos espiras viene determinado por la potencia mínima que debe transferir el PCD. La norma ISO/IEC1443 determina que una tarjeta TSC debe operar con una intensidad de campo magnético mínimo de 1,5 A/m.

Basándonos en la fórmula del factor de acoplamiento obtenemos la siguiente gráfica, en la cual podemos observar que el mayor factor de acoplamiento viene dado para una distancia igual al radio de la antena del PCD.

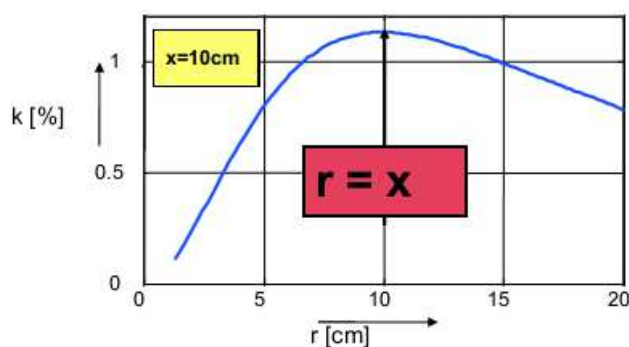


Fig. 25 Gráfica relación radio-coeficiente acoplamiento

La antena está formada por una bobina de cobre, siendo el coeficiente de acoplamiento independiente del número de espiras de esta bobina, y por lo tanto también será independiente la distancia de operación. Pero el número de espiras sí que afectará a la inductancia de la antena. En la fabricación de antenas para lectura de PICC, lo que se busca es que la inductancia del orden de 1 a 3 μH . Esto es debido a que para inductancias mayores de 1 μH , podemos incluir en el circuito de adaptación condensadores muy pequeños, lo que facilitará la integración de la antena. Normalmente el número de espiras se encontrará en las 2 y 4 vueltas.

Se sabe que dada una fuente con una resistencia de fuente fijada de antemano, la resistencia de carga que maximiza la transferencia de potencia, es aquella cuyo valor óhmico es igual a la resistencia de la fuente. El problema está en que la transferencia de potencia sea máxima, no quiere decir que el rendimiento sea el más alto. Se sabe que el rendimiento de sistema dándose la condición de máxima transferencia de potencia es del 50%. Si ajustamos la impedancia de la antena de tal manera que su valor sea el mismo que la impedancia de la fuente, tendremos un mayor consumo de energía y podremos provocar la ruptura del lector del PCD.

Una vez dicho esto, en el caso del lector CLRC663 que es el lector incorporado a nuestra electrónica PCD, por indicaciones del fabricante debemos de movernos entre 20 Ω y 80 Ω . Una vez que se decida la carga que deseamos incorporar para cumplir con las necesidades del proyecto se calcula los elementos que se deben incorporar al circuito de adaptación y conseguir que el conjunto presente la impedancia fijada a la frecuencia de trabajo del sistema. Recordemos que la frecuencia de trabajo para los sistemas de control de acceso RFID fijado por la ISO 14443 es de 13,56 MHz.

El circuito de adaptación de nuestra antena presentará las siguientes partes:

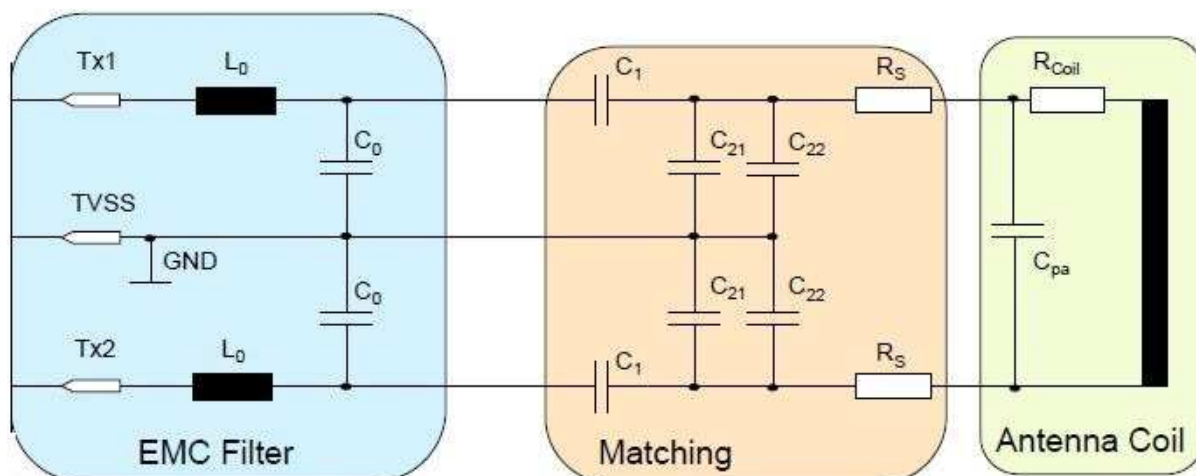


Fig. 26 Esquema eléctrico antena PCD

Lo primero que se ve es un filtro, necesario ya que las salidas de transmisión del micro CLRC663 son salidas en push-pull que pueden provocar la aparición de armónicos en la señal a enviar. El circuito de adaptación nos dará el valor de la impedancia de carga deseada. Para obtener la impedancia de carga deseada, el fabricante recomienda utilizar los valores indicados en tablas entregadas por ellos.

4.4.4 Dispositivo visualización

Los sistemas de control de acceso, suelen equipar un dispositivo de visualización, ya que en ocasiones es necesario presentar al usuario información sobre el estado de su título de transporte, información sobre el estado de la zona a la que accede, información de la causa del rechazo del título, etc, etc. Dependiendo de la información que se quiera mostrar se pueden utilizar, displays LCD de 2x16, LCD gráficos monocromos, TFT's e incluso TFT con pantalla táctil en caso de ser necesario que el usuario interactúe con el sistema de control de acceso. EL lector PCD utilizado en este sistema de control de acceso ha sido diseñado con el objetivo de que pueda controlar cualquiera de los dispositivos indicados anteriormente.

Para mostrar los datos del sistema de control de acceso tipo torniquete, es suficiente con un display de 2x16 líneas, ya que una de las características que se buscan con la inclusión de este tipo de sistemas de control de acceso es la velocidad con la que se realiza la validación y el paso de zona no controlada a zona controlada y por lo tanto la información a

mostrar en este tipo de sistema de control de acceso es mínima (hora, fecha, validez de título) se ha decidido incluir un display LCD de 2 líneas y 16 caracteres, de la marca Bolymin con referencia de fabricante BC1602EYPLEH168. Las características de este LCD son:

- Capaz de representar caracteres.
- Formato de dos líneas y 16 caracteres en cada línea.
- Color del LCD amarillo-verde
- Transflectivo, con lo cual puede ser instalado en exterior.
- La luz del backlight es entregada por una matriz de leds que dan luz amarilla
- Puede representar caracteres Europeas e Ingles
- Presenta un amplio rango de temperaturas de funcionamiento (-20º - 70º).



Fig. 27 LCD - BC1602EYPLEH168

A continuación se incluye tabla con las características eléctricas del LCD BC1602EYPLEH168:

ITEM	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Supply Voltage For logic	Vdd-Vss		3.0	-	5.5	V
Supply Voltage For LCD	Vdd-Vo	Ta = 25°C	-	4.2	-	V
Input High Voltage	Vih		2.2	-	Vdd	V
Input High Voltage	Vil		-	-	0.6	V
Output High Voltage	Voh		2.4	-	-	V
Output Low Voltage	Vol		-	-	0.4	V
Supply current	Idd	Vdd=5V	-	-	-	mA

Tabla 4 LCD Característica Eléctricas

La tarjeta controladora del LCD se conectará con el exterior a través de un conector Molex de 16 vías y paso de 2,5, con el siguiente pineado:

Pin no	Symbol	Level	Description
1	Vss	0V	Ground
2	Vdd	5.0V	Supply Voltage for logic (Option +3.0 V)
3	Vo	(variable)	Operating Voltage for LCD
4	Rs	H/L	H: DATA, L: Instruction Code
5	R/W	H/L	H:Read(MPU->Module)L:Write(MPU->Module)
6	E	H,H->L	Chip enable Signal
7	DB0	H/L	Data bit 0
8	DB1	H/L	Data bit 1
9	DB2	H/L	Data bit 2
10	DB3	H/L	Data bit 3
11	DB4	H/L	Data bit 4
12	DB5	H/L	Data bit 5
13	DB6	H/L	Data bit 6
14	DB7	H/L	Data bit 7
15	A	-	Power Supply for LED backlight (+)
16	K	-	Power Supply for LED backlight (-)

Tabla 5 Funciones de los pines del conector

4.4.5 Indicadores de paso Válido

Los indicadores de paso válido, son dos señales luminosas que se incorporarán en la parte superior del mueble torniquete con la función de indicar la validez del título RFID. Para dar una información luminosa que pueda ser comprendida por cualquier usuario se ha decidido incluir en la parte superior del mueble, dos huecos, uno con forma de triángulo y otro con forma de cuadrado tapados con un policarbonato translúcido debajo de los cuales incorporaremos las electrónicas que nos darán las luces de color verde para el triángulo y rojo para el cuadrado, indicándonos si el título es válido o no.

El elemento que nos dará la iluminación del indicador es una barra de leds, de Agilent Technologies con referencia de fabricante HLMP-2885 (para el led verde) y HLMP-2685 (para el led rojo).

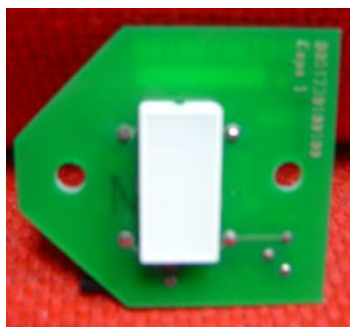


Fig. 28 Tarjeta paso válido/no válido

4.4.6 Avisador Acústico

Con el objetivo de hacer accesible el equipo a personas con capacidades visuales disminuidas se ha decidido incorporar al equipo un avisador acústico conformado por un zumbador de la empresa kingstate modelo KPEG250, el cual al ser alimentado, producirá un sonido con el que se podrá indicar por vía sonora que se ha producido algún error en el proceso de validación del título de acceso.

Este avisador acústico puede ser alimentado 3 y 28 voltios, emitiendo un sonido de entorno a 85 dB cuando es alimentado a 12 VDC y a una distancia de unos 30 cm. Su pequeño tamaño que es de aproximadamente 40mmx25 mm, nos permite situarlo incluso en los casos en los que el espacio del sistema de control de acceso sea muy reducido.



Fig. 29 Avisador acústico KPEG250

4.4.7. Electrónica indicadores de acceso.

En la parte frontal del mueble que conforma el sistema de control de acceso se incorporará una electrónica, formada por una serie de leds verdes formando una flecha indicando el lado del mueble por el que se puede realizar el acceso a la zona controlada, y por una serie de leds rojos formando una X indicando que el acceso por ese mueble no está permitido en ese momento. Se indica la imposibilidad del paso con un aspa roja, cuando:

- El paso esté fuera de funcionamiento:
- Cuando se esté realizando una operativa de paso en el mismo sentido en el que se quiere utilizar el paso. Se indica con un aspa, desde el momento de la lectura del título de acceso hasta que se ha realizado el paso. En este caso cuando el sensor del brazo horizontal indique que la rotación del mecanismo ha hecho el movimiento completo.
- Cuando se esté realizando una operativa de paso en caso de que el sistema de control de acceso funcione en modo bidireccional.

Para hacer funcionar el indicador de acceso, alimentaremos con 24 voltios la electrónica de indicación de acceso a través del conector JST de 4 vías que incorpora el paso. Controlaremos la iluminación de los leds, llevando la salida de los leds a masa.



Fig. 30 Indicador de paso

4.4.8 Sistema de alimentación

Para poder instalar el sistema de control de accesos, será necesario tener una acometida a la red eléctrica de la localización donde se desee situar el sistema de control de acceso. Esta acometida eléctrica será llevada al bornero de alimentaciones de nuestro mueble de control de acceso el cual irá montado en sobre carril DIN en la parte interior del mueble que conforma el sistema de control de acceso. Colocaremos la alimentación en las bornas que montaremos en este carril DIN. De estas bornas, hacemos pasar la corriente por un filtro de red (FN2060-6 – Schaffer), con la finalidad de eliminar las posibles interferencias

que pudieran aparecer en la señal eléctrica. Las principales características de este filtro son que puede funcionar con voltajes de entre 110/250V a una frecuencia de 50/60HZ y que presenta una frecuencia de operación que va desde continua hasta los 400 HZ.



Fig. 31 Filtro de red FN2060-6

A partir del filtro de red, disponemos los sistemas de protección. Incorporamos un interruptor diferencial para protegernos ante posibles derivaciones de la corriente eléctrica. En este caso el interruptor diferencial elegido pertenece a la familia multi 9 de Schenider Electric (ref. fab. 60949). Este es un diferencial de dos polos, con una capacidad de 25 A, que puede funcionar con voltajes de 120/240 V a 60 Hz y tienen una sensibilidad de 30 mA.



Fig. 32 Interruptor Diferencial

Desde el interruptor diferencial tendremos dos salidas a dos interruptores magnetotérmicos, instalados cada uno con un objetivo diferente, explicados en el siguiente párrafo. La función del interruptor magnetotérmico es la de proteger la instalación de un posible pico de intensidad en la alimentación, cortando la alimentación si esto pasara. El magnetotérmico elegido es de la familia multi 9 de Scheneider Electric (ref. fab. 60141). Las

características principales de este magnetotérmico son que funciona con una tensión media de 240V y una corriente media de 6 A.



Fig. 33 Magnetotérmico 60141

Como se ha indicado anteriormente tendremos dos magnetotérmicos para cubrir dos funcionalidades. Un magnetotérmico se utilizará para proteger una base enchufable que se instalará en el bornero de alimentaciones, cuya función será la de dar alimentación para el posible uso de herramientas eléctricas, ordenadores o cualquier otro aparato eléctrico que pueda ser necesario tanto para mantenimiento como para la instalación del equipo en la zona donde se quiera controlar el acceso. La base enchufable a instalar en el mueble de control de accesos es una base SN010 de la marca Hager.



Fig. 34 Base enchufable SN010

El otro magnetotérmico tiene como función proteger las alimentaciones de los distintos elementos que se encuentran conectados a la línea caliente del sistema de control

de accesos, ya que a la salida del interruptor magnetotérmico se conectará una fuente de alimentación ininterrumpida, la cual alimentará al resto de elementos del sistema de control de accesos (excepto al mecanismo torniquete y pictogramas de paso). La fuente de alimentación ininterrumpida es una fuente Premium con referencia de fabricante ECS-100-5073, la cual funciona con una batería de 12 Voltios de la marca Yuasa con referencia de fabricante NP4-12. Mientras que la Fuente de alimentación ininterrumpida está alimentada por la red eléctrica, esta se encarga de dar la alimentación de 12 voltios, pudiendo ser limitada la corriente de carga mediante unos switches que se encuentran en la fuente de alimentación ininterrumpida.



Fig. 35 SAI ECS-100-573

En ausencia de red eléctrica el elemento que mantendrá la alimentación necesaria para funcionar es la batería de 12 voltios que funciona con la fuente de alimentación ininterrumpida. El sistema cuenta con una señal de alarma que indica que la batería ya no entrega la alimentación deseada, haciendo que salte un relé que impide la descarga profunda de la batería. Con esta fuente se alimenta el PCD que a su vez dará alimentación al display. En ausencia de la alimentación proveniente de la red eléctrica a la que se conecte el sistema de control de acceso, el objetivo de la fuente de alimentación ininterrumpida es el de alimentar la electrónica de control para que se realice un cierre controlado de las operaciones que se estén realizando en ese momento, es decir, si se produce el corte durante la realización de una validación de título, se alimentará el lector PCD hasta que termine la operativa ya sea validando el título o rechazándolo. También se enviará la información que se quiera guardar en el concentrador de estación, u ordenador central de control.



Fig. 36 Batería YUASA NP4-12

Por último en el sistema de alimentación nos queda por incluir una fuente de alimentación de 24 Voltios cuya función será la de alimentar los pictogramas de orientación de acceso del mueble. La Fuente de alimentación utilizada es una Mean-Well RS-15-24, la cual se convierte en convertir la alimentación que nos llega desde la red eléctrica a 24 voltios de continua, que son los necesarios para encender los leds del pictograma de orientación de acceso. Estos elementos al no ser críticos para el funcionamiento del sistema de control de acceso no los alimentamos con la línea caliente de alimentación.



Fig. 37 F.A. 24V - RS-15-24

4.4.9 Mueble de control de accesos.

Todos los elementos descritos anteriormente deben ser instalados en una barrera física que es la que impide el acceso a la zona controlada. Esta barrera física que limitará la zona no controlada de la zona controlada estará formada por un mueble de Acero inoxidable ANSI 304, lo que hace que el mueble sea altamente resistente a la corrosión y a las inclemencias del tiempo, por lo que combinado con las condiciones de temperatura del

resto de componentes, permite que este sistema de control de accesos pueda ser instalada en interior o en exterior.

El mueble de control de acceso estará formado por varias piezas fabricadas en acero inoxidable, las cuales están diseñadas para que posteriormente sean soldadas y le den rigidez al mueble de control de acceso formando una barrera lo suficientemente fuerte como para soportar los actos de vandalismo que se realicen en el sistema de control de acceso.

Para poder actuar en los elementos que integran el sistema de control de accesos, la parte superior del mueble estará formado por una tapa que contará con bisagras y un retenedor de puerta que permitirá mantener la tapa del mueble abierta facilitando el acceso a los elementos que se encuentran en el interior del mueble que forma el trípode.

Las medidas del mueble donde situaremos el mecanismo de torniquete son de 300 mm de ancho, 1100 mm de largo y 1024 mm de alto. A continuación se incluye plano exterior del mueble de control de acceso con el mecanismo torniquete y sus medidas.

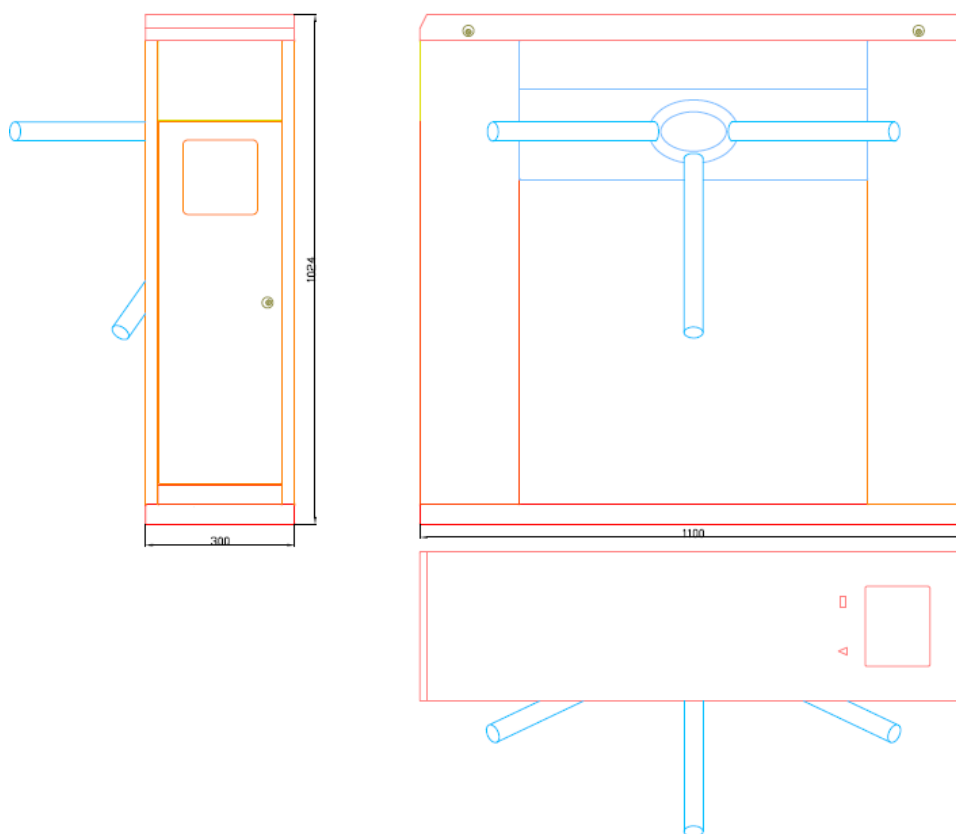


Fig. 38 Esquema medidas Torniquete

Capítulo 5

5. Implantación sistema control de acceso RFID.

5.1 Introducción

En este capítulo se intentará explicar, como se realiza la implementación de un sistema de control de acceso, explicando primero los trabajos necesarios para realizar la instalación del equipo. Después se explicarán las necesidades que se tiene en la instalación referente a la acometida eléctrica para la alimentación del equipo como las comunicaciones a realizar con el entorno. Como la función es conocer el funcionamiento del paso se explicarán los estados de funcionamiento del paso así como las señales que interactúan para modificar esos estados. Por último se define la configuración de la antena instalada en el equipo y se mostrarán las medidas de lecturas óptimas conseguidas con esa configuración.

5.2 Instalación

Para realizar la instalación del mueble torniquete, se necesita una superficie que se encuentre nivelada. Normalmente se pedirá que exista una canalización por la parte inferior al suelo donde se vaya a realizar la instalación de la barrera de muebles de torniquete, para poder realizar la acometida de los cables de alimentación y comunicaciones (este último si es necesario). Una vez se ha decidido el lugar donde se instalará la barrera de control de acceso, se debe recordar que el lugar de instalación siempre vendrá condicionado por la posibilidad de tener una canalización para los cables de alimentación y comunicaciones, formada por un mueble trípode o por varios, se debe realizar el replanteo de la barrera de control de tal manera que la canalización del cableado quede situada bajo alguna de las dos ventanas que tenemos en la base del mueble del torniquete. En la siguiente figura se puede ver la base del mueble torniquete y que nos permitirá realizar el anclaje del mueble que soporta el mecanismo de torniquete. En esta imagen se puede ver que a cada lado de la base, existen unas ventanas por donde se realizará la acometida tanto eléctrica como de comunicaciones. Se realizan dos ventanas, una a cada extremo del paso para facilitar la

alineación del mueble con la canalización que haya sido realizada para llevar la alimentación y las comunicaciones vía Ethernet hasta la barrera de control de acceso.



Fig. 39 Base Mueble Torniquete

Los dos agujeros pasantes que vemos a los lados de cada una de la ventana, nos servirán para fijar el mueble al suelo. Para anclar el mueble de torniquete al suelo se realizarán cuatro agujeros en el suelo, en los cuales introduciremos los denominados anclajes químicos, o más comúnmente denominados taco, los cuales son resinas que introduciremos dentro del agujero realizado en la superficie donde se quiere instalar el mecanismo de torniquete. Dentro de esta resina, se introduce una varilla roscada, la cual nos permitirá fijar la base del mueble torniquete al suelo, sujetándolo con tuercas de alta resistencia. En la siguiente figura se puede ver un ejemplo del funcionamiento del anclaje químico.



Fig. 40 Fijación química y varilla roscada

5.2 Alimentación y comunicaciones mueble torniquete:

El mueble torniquete, tiene como función la de controlar el acceso de personas a una zona controlada, el control de todos los elementos que forman el mueble torniquete lo realizará el lector PCD que ha sido diseñada para este fin. La primera conexión que tenemos

que tener en cuenta es la comunicación entre el lector PCD y el centro de control. El centro de control puede ser desde un único computador, hasta un concentrador formado por múltiples switches en los cuales se conectarán cada uno de los muebles torniquetes que formen la barrera de control de acceso. Para esta conexión se utilizará la boca Ethernet que se encuentra en el lector PCD y que es controlado por el procesador AT91SAM9G46 incluido en la electrónica PCD. La finalidad de esta conexión es la controlar y modificar en caso de ser necesario el modo de funcionamiento del torniquete, realizar modificaciones en los parámetros para la aceptación de los títulos de acceso y envío de datos de las lecturas de títulos realizadas desde el mueble torniquete al centro de control. Esta conexión se hace a través de un cable UTP categoría 6 que se instalará desde el centro de control hasta la posición del mueble que se desea conectar al sistema de control de acceso.

Para el funcionamiento del mueble torniquete, necesitamos conectar el mueble a la red eléctrica de la zona donde se instale. En este caso se ha considerado que la alimentación cumple con los valores de tensión y frecuencia de la red eléctrica española, es decir 230V y 50 Hz. Este dato es importante tenerlo en cuenta, ya que los elementos de protección eléctrica y de tratamiento de alimentación (filtros) hay que utilizarlos adaptados a los valores de la red eléctrica donde van a ser instalados los muebles de torniquete. Esta cometa de alimentación se conectará al bornero de alimentaciones a partir del cual se distribuirán las alimentaciones a cada uno de los componentes que forman el mueble torniquete. En el bornero hemos incluido las protecciones eléctricas necesarias para prevenir posibles cortocircuitos o sobretensiones.

Dentro del bornero de alimentaciones, tenemos dos diferenciales, uno es utilizado para proteger una base enchufable que se ha incluido en el mueble torniquete con el objetivo de que en caso que fuese necesario realizar alguna reparación u operación en el mueble torniquete con una herramienta eléctrica, esta pueda ser fácilmente alimentada. El otro diferencial se encarga de proteger la alimentación del resto del mueble. En la siguiente figura podemos observar un modelo tipo de bornero de alimentaciones. Si bien la arquitectura básica se mantendría, podría variar el número de bornas dependiendo del número de elementos a conectar a la alimentación.

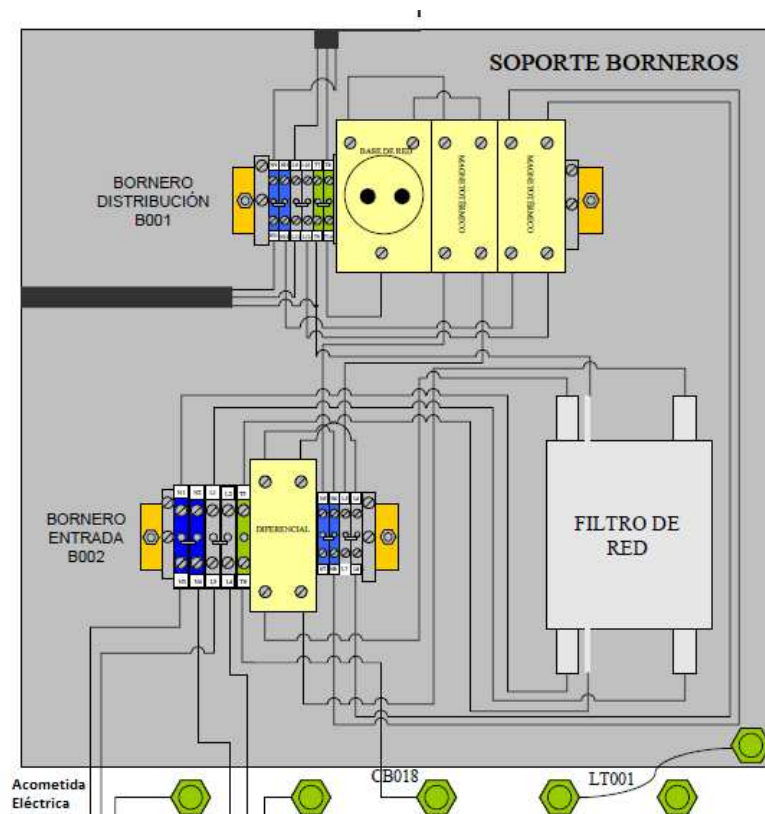


Fig. 41 Bornero alimentaciones

A partir del bornero de distribución, establecemos dos alimentaciones distintas. La primera es la línea caliente o línea protegida. Esta alimentación la obtenemos a partir de una UPS que formada por un conversor de tensión de 220 Vac a 12 Vcc con una batería externa incorporada la cual entrará en funcionamiento en el caso de que perdamos la alimentación de la acometida eléctrica. Con esta línea de alimentación acometeremos los elementos críticos del mueble torniquete, que en este caso es el lector PCD, con la finalidad de que en caso de que se esté realizando una operación de lectura en el momento en que se produce el corte de alimentación, esta podrá concluirse. También se pretende dar tiempo para que el lector PCD pueda realizar el envío de datos al concentrador para evitar su pérdida y un apagado controlado de la PCD para evitar posibles fallos futuros. La otra línea de alimentación, es la línea fría o línea no protegida, la cual alimentará el conversor de 220 Vac a 24 Vcc tanto del mecanismo torniquete como el utilizado para la alimentación de los pictogramas de paso. Estos elementos no se consideran críticos, ya que el mecanismo torniquete con falta de alimentación se dejará que gire libremente o con el brazo que forma la barrera de paso caído, por lo que no impediría el paso a través de la barrera de control de

acceso en caso de ser necesario. Los pictogramas de indicación de paso tampoco son críticos, ya que al estar las barreras caídas el paso estará permitido en cualquier caso.

5.3 Definición funcionamiento mueble torniquete.

Como hemos visto en el capítulo 4.3.2 la arquitectura de los elementos que conforman el paso de torniquete hace que la electrónica PCD realiza las funciones de control del dispositivo, siendo el diagrama de funcionamiento el siguiente.

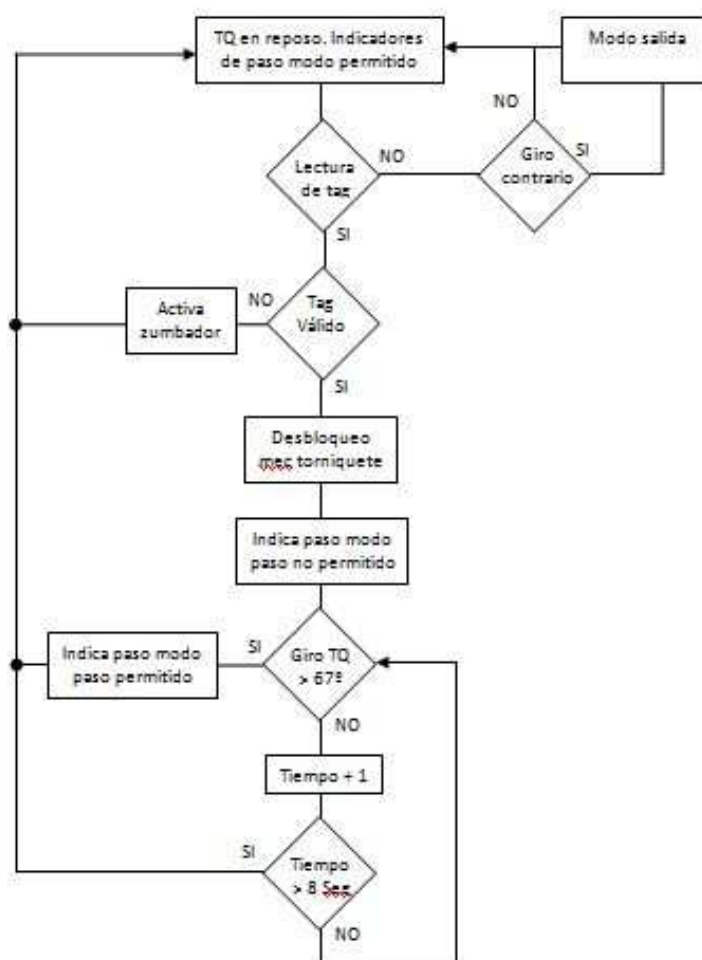


Fig. 42 Esquema funcionamiento torniquete

Para establecer las señales que se activarán con el funcionamiento del mecanismo torniquete, se tiene que establecer el modo de funcionamiento, tanto del paso como del torniquete. Consideramos un mecanismo torniquete unidireccional, de sentido entrada, esto quiere decir que solo tendremos un lector PCD en el lado del mueble que queda en la zona no controlada. Al funcionar en modo unidireccional se deja la salida libre, y por lo tanto el

mecanismo trípode no se encontrará bloqueado en el sentido de salida (paso de zona controlada a no controlada). El mecanismo trípode lo estableceremos en modo Fail Locked, lo que quiere decir que los solenoides bloquean el giro del mecanismo torniquete cuando estos no están alimentados. Además estableceremos que en reposo el mecanismo trípode se encontrará normalmente cerrado, lo que quiere decir que en reposo el mecanismo torniquete estará bloqueado.

Antes de definir los diferentes estados del mueble torniquete, se indica la definición de las señales que actúan tanto en el mueble torniquete como en el mecanismo trípode.

Def señales	Señal
Señales Torniquete	
Indicador validez Verde	IVV
Indicador validez Rojo	IVR
Pictograma paso entrada Flecha	PPEF
Pictograma paso entrada Aspa	PPEA
Pictograma paso salida Flecha	PPSF
Pictograma paso salida aspa	PPSA
Título válido	TV
Título no válido	TNV
Indicados sonoro	IS
Señales Mecanismo	
Solenoides A (lado de entrada)	SA
Solenoides B (lado de salida)	SB
Positioning Alarm	PA

Tabla 6 Definición señales Equipo

En estado de reposo tendremos la siguiente situación de señales:

Estado reposo									
IVV	IVR	PPEF	PPEA	PPSF	PPSA	TV	TNV	SA	SB
0	0	1	0	1	0	0	0	0	1

Tabla 7 Señales estado reposo

El estado de reposo lo que podemos ver es que los pictogramas aspa-flecha que se encuentran en los dos frontales del mueble, muestran un flecha verde (PPEF=1; PPSF=1), indicando que se puede realizar el tránsito el cualquiera de los dos sentidos. En el mecanismo torniquete tendremos que el solenoide A situado en la entrada no se encontrará activado manteniendo el paso bloqueado, mientras que el solenoide B que se encuentra en

la salida estará alimentado dejando el giro en el sentido de zona controlada a zona no controlada libre

Cuando se realiza la validación del título, puede pasar que el título sea válido o no válido. Primero se mostrarán las señales en caso de que el título sea válido.

Lectura título válido									
IVV	IVR	PPEF	PPEA	PPSF	PPSA	TV	TNV	SA	SB
1	0	0	1	0	1	1	0	1	1

Tabla 8 Señales lectura título válido

Al acercarse el título RFID al lector, si este realiza una lectura válida, mandará la señal TV al mecanismo trípode, lo que generará que el mecanismo trípode alimente el solenoide A (SA=1) desbloqueando el giro en el sentido de zona controlada a zona no controlada. El solenoide B, siempre permanecerá alimentado, para dejar el tránsito de salida libre. En cuanto a los indicadores de paso, se iluminará el indicador de validez verde (IVV=1) y pasarán los dos pictogramas de paso a mostrar una flecha roja (PPEA=1 y PPSA =1) indicando que el tránsito no está permitido en ninguno de los dos sentidos, ya que se está realizando una operación de tránsito en ese momento.

Cuando el mecanismo torniquete detecta que el mecanismo torniquete vuelve a la posición de bloqueo (con una de las barras paralela al suelo), enviará una señal al lector PCD para indicar la vuelta al estado de reposo.

El mecanismo torniquete está configurado para que una vez le llega la señal TV, comience una cuenta de reloj, de tal modo que si no se realiza el giro del mecanismo trípode en un tiempo inferior a 8 segundos, este mandará la señal de alarma de posicionamiento (positioning alarm = PA) al lector PCD indicándole que no se ha realizado el tránsito por parte del usuario y bloqueará el giro del mecanismo trípode, impidiendo que se realice el tránsito por el mueble torniquete. El lector PCD pasará al modo reposo definido anteriormente.

En el caso de que se cometa un error de lectura o de que el título sea no válido se pasará al estado de título no válido con la siguiente configuración de la señales

Lectura título no válido										
IVV	IVR	IS	PPEF	PPEA	PPSF	PPSA	TV	TNV	SA	SB
0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1

Tabla 9 Señales lectura título no válido

En este estado se activará la señal de título no válido (TNV=1), provocando esta señal, que se active el Led rojo del indicador de validez de título (IVR=1), para indicar al usuario que el título es no válido o que la lectura ha sido errónea. Al mismo tiempo se activará el indicador sonoro/zumbador (IS=1). Los pictogramas de paso permanecen indicando la flecha de permiso de paso. Los solenoides del mecanismo trípode permanecen iguales, es decir transición de entrada bloqueada y de salida libre.

Otra situación que puede darse es que se realice la transición de salida, para la cual no es necesario validar título, ya que se encuentra configurada como salida libre. Cuando se produce un giro por parte del mecanismo trípode en el sentido de salida, el mecanismo trípode mandará una señal al lector de PCD, para que establezca la siguiente configuración de las señales:

Salida libre										
IVV	IVR	IS	PPEF	PPEA	PPSF	PPSA	TV	TNV	SA	SB
0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1

Tabla 10 Señales salida libre

El PCD modificará el estado de las de los pictogramas de paso, indicando en ambos lados un equis roja (PPEA y PPSA =1) para indicar que se está realizando una transición por el mueble torniquete y que no es posible realizar otra en ese mismo instante.

Una vez concluido el giro del mecanismo trípode, el mecanismo mandará una señal al lector PCD para indicarle que el giro ha concluido y que puede pasar al estado de reposo.

5.4 Alcance de lectura Antena RFID

En los sistemas de control de acceso controlados con tecnología RFID, uno de los parámetros más importantes es la distancia de lectura. Normalmente para considerar un buen funcionamiento del sistema de lectura mediante RFID, se considera que una buena distancia de lectura se encuentra entre los 5 cm y los 10 cm. Con menos distancia se consideraría a nivel formal que el sistema pierde su principal característica que es la de no

tener que entrar en contacto el título con el lector encargado de comprobar la validez del título. Y a mayores distancias se considera que se podrían dar validaciones involuntarias al acercarse el usuario involuntariamente al PCD y encontrarse su título dentro del alcance del lector PCD.

Otro valor que se tiene muy en cuenta a la hora de considerar que el sistema de control de acceso mediante RFID está bien definido es el porcentaje de validaciones correctas. Este porcentaje equivaldría a decir cuál es el porcentaje de lecturas correctas realizadas por el lector PCD.

Una vez fijados los parámetros que configuran la antena, consideraremos la antena descrita en capítulos anteriores, pasamos a estudiar qué valores dentro del lector montado en nuestra tarjeta PCD son los que se pueden modificar para variar el alcance de la lectura.

El lector RFID incluido dentro de la electrónica PCD elegida es un CLRC663 de NXP. El micro CLRC663 entrega una señal entre los pines TX1 y TX2 de 13,56 Mhz modulada por portadora para la transmisión de energía y datos. Este circuito nos permite variar distintos valores de la señal de transmisión a través del registro TXAMP incluido en el CLRC663. Modificando los bits 7 y 8 del registro indicado, se puede ver que se reduce la tensión de transmisión (TVDD) en unos valores prefijados de entre 100 mV y 1.000.mV. Para que la modificación de tensión realizada con los bits de TXAMP, tenga efecto el bit CwMax del registro TXCON debe encontrarse inactivo ("0") ya que en ese caso la amplitud de TVDD queda fijada al máximo independientemente del valor de los bit 6 y 7 de TXAMP. A través del registro TXAMP, también se pueden modificar los porcentajes de modulación de la portadora residual, según se pueden ver en la tabla incluida en el datasheet del Micro CLRC663.

Table 129. TxAmp register (address 29h)								
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Symbol	set_cw_amplitude		-	set_residual_carrier				
Access rights	r/w		RFU	r/w				

Table 130. TxAmp bits		
Bit	Symbol	Description
7 to 6	set_cw_amplitude	Allows to reduce the output amplitude of the transmitter by a fix value. Four different preset values that are subtracted from TVDD can be selected: 0: TVDD -100 mV 1: TVDD -250 mV 2: TVDD -500 mV 3: TVDD -1000 mV
5	RFU	-
4 to 0	set_residual_carrier	Set the residual carrier percentage. refer to Section 8.6.2

Fig. 43 Registro TXAMP - CLCRC663

Una vez definidos estos parámetros, se realizaron las pruebas de lectura utilizando la antena definida en capítulos anteriores. Estas pruebas han consistido en completar un ciclo de lectura-escritura-lectura, utilizando una tarjeta PICC que cumple con las especificaciones Mifare Classic 1K. Para obtener el porcentaje de validaciones correctas, se ha calculado este sobre un total de 20 validaciones.

En los siguientes puntos se podrá ver las tablas correspondientes a las validaciones realizadas, con los valores del registro TXAMP, que tendrán fijados los valores de los bit 7 y 6 y se modificarán los valores de los bits 0 a 5 para obtener también la influencia del porcentaje de modulación. En cada una de las filas obtendremos el porcentaje de validación (%V.C) a una serie de distancias, con lo que podremos seleccionar la mejor configuración del PCD para un correcto funcionamiento del sistema de control de accesos.

5.4.2 Amplitud TVDD -100mV

PRUEBAS REALIZADAS CON MIFARE CLASSIC 1K			
	TXAMP = 0x00 Índice de modulación = 0,5% Amplitud = TVdd-100mV	TXAMP = 0x15 Índice de modulación = 17,6% Amplitud = TVdd-100mV	TXAMP = 0x1F Índice de modulación = 60% Amplitud = TVdd-100mV
% V. C. 0cm	100	95	90
% V. C 1cm	90	80	85
% V. C 2cm	40	70	95
% V. C 3cm	25	85	85
% V. C 4cm	35	85	80
% V. C 5cm	35	90	80
% V. C 6cm	45	65	70
% V. C 7cm	50	80	70
% V. C 7.5cm	0	0	0
NOTAs			
V. C. -> Validaciones correctas			

Fig. 44 Tabla TVDD-100mV

En esta tabla podemos ver que con la amplitud de la señal de transmisión al máximo y elevando el índice de modulación aumentamos el porcentaje de validaciones correctas. Con esta tensión de transmisión vemos que tenemos un alcance de unos 7 cm, que es una distancia bastante correcta para la aplicación en la cual se va a utilizar este PCD y antena. El problema con estos valores es que los valores del porcentaje de aceptación están muy por debajo de los estándares solicitados en estos sistemas de control de acceso. Están solo por encima del 90% en distancias de entre 0 y 1 cm, lo que por definición hace que el sobre nombre de tecnología sin contacto pierda su significado.

5.4.3 Amplitud TVDD -250 mV

PRUEBAS REALIZADAS CON MIFARE CLASSIC 1K			
	TXAMP = 0x40 Índice de modulación = 0,5% Amplitud = TVdd-250mV	TXAMP = 0x55 Índice de modulación = 17,6% Amplitud = TVdd-250mV	TXAMP = 0x5F Índice de modulación = 60% Amplitud = TVdd-250mV
% V. C. 0cm	60	65	95
% V. C 1cm	85	75	85
% V. C 2cm	80	85	80
% V. C 3cm	100	90	85
% V. C 4cm	85	80	85
% V. C 5cm	85	95	95
% V. C 6cm	80	95	70
% V. C 7cm	85	75	85
% V. C 7.5cm	0	0	0
NOTA			
V. C. -> Validaciones correctas			

Fig. 45 Tabla TVDD-250mV

Con esta reducción de 150 mV sobre el estudio anterior, se puede observar que el índice de modulación ha reducido su importancia en el porcentaje de validaciones correctas ya que se produce una mayor homogeneidad en los porcentajes de validaciones correctas en los tres casos de estudio. Con estos valores también alcanzamos unas distancias de lectura de en torno a 7 cm, habiendo mejorado los porcentajes de validaciones correctas pero encontrándose todavía un poco por debajo de los estándares solicitados para sistemas de control de acceso.

5.4.3 Amplitud TVDD -500 mV

PRUEBAS REALIZADAS CON MIFARE CLASSIC 1K			
	TXAMP = 0x80 Índice de modulación = 0,5% Amplitud = TVdd-500mV	TXAMP = 0x95 Índice de modulación = 17,6% Amplitud = TVdd-500mV	TXAMP = 0x9F Índice de modulación = 60% Amplitud = TVdd-500mV
% V. C. 0cm	80	85	90
% V. C 1cm	95	100	100
% V. C 2cm	100	95	100
% V. C 3cm	95	95	100
% V. C 4cm	100	100	100
% V. C 5cm	95	95	100
% V. C 6cm	100	100	100
% V. C 7cm	0	0	0
% V. C 7.5cm	0	0	0
NOTA			
V. C. -> Validaciones correctas			

Fig. 46 Tabla TVDD-500mV

Para la configuración con TVDD – 500mV, se puede concluir a primera vista que el porcentaje de validaciones ha aumentado considerablemente, por lo que ya estaríamos dentro de los estándares solicitados y sería una configuración válida teniendo en cuenta este factor. En el otro factor que se solicita en estos lectores, la distancia de lectura, se puede ver que la distancia es menor que en los caos anteriores, con una reducción de en torno a 1 cm. Por lo que estamos confirmando que al disminuir la TVDD, estamos disminuyendo también la distancia de lectura.

5.4.3 Amplitud TVDD -1000 mV

PRUEBAS REALIZADAS CON MIFARE CLASSIC 1K			
	TXAMP = 0xC0 Índice de modulación = 0,5% Amplitud = TVdd-1000mV	TXAMP = 0xD5 Índice de modulación = 17,6% Amplitud = TVdd-1000mV	TXAMP = 0xDF Índice de modulación = 60% Amplitud = TVdd-1000mV
% V. C. 0cm	75	70	90
% V. C 1cm	90	100	100
% V. C 2cm	100	100	100
% V. C 3cm	100	100	100
% V. C 4cm	100	100	100
% V. C 5cm	100	100	100
% V. C 6cm	100	100	100
% V. C 7cm	0	0	0
% V. C 7.5cm	0	0	0
NOTA	V. C. -> Validaciones correctas		

Fig. 47 Tabla TVDD-1000mV

Por último para los valores de registro que generan una señal de transmisión reducida en tensión 1000 mV, podemos ver que aumenta considerablemente los valores de validaciones correctas, siendo prácticamente del 100% en todos los casos, excepto en distancias mínimas. Como bien sabemos buscamos un sistema que detecte los PICC a distancia por lo que se podría considerar que ese bajo nivel de validaciones correctas a pocas distancias no tiene mayor importancia. También podemos observar que para un índice de modulación del 60% prácticamente no se han detectado fallos de lectura. Con esta bajada de tensión vemos que la distancia máxima de lectura también se encuentra en torno a los 6 cm.

5.4.4 Conclusiones distancia de lectura.

Como podemos ver en la gráfica siguiente donde se han incluido todos los valores que se han estudiado en las tablas anteriores, la configuración del registro TXAMP a elegir para el lector PCD, utilizando PICC (tags) que cumplan con los requisitos Mifare Classic 1K es TXAMP = 0xDF (amplitud = $TV_{DD}-1000mV$, índice de modulación = 60%), ya que con este registro conseguimos una distancia de lectura aceptable de entorno a 6 cm y unos valores de validación correcta del 100%, con lo que cumplimos con los estándares solicitados en cuanto a fallos de lectura.

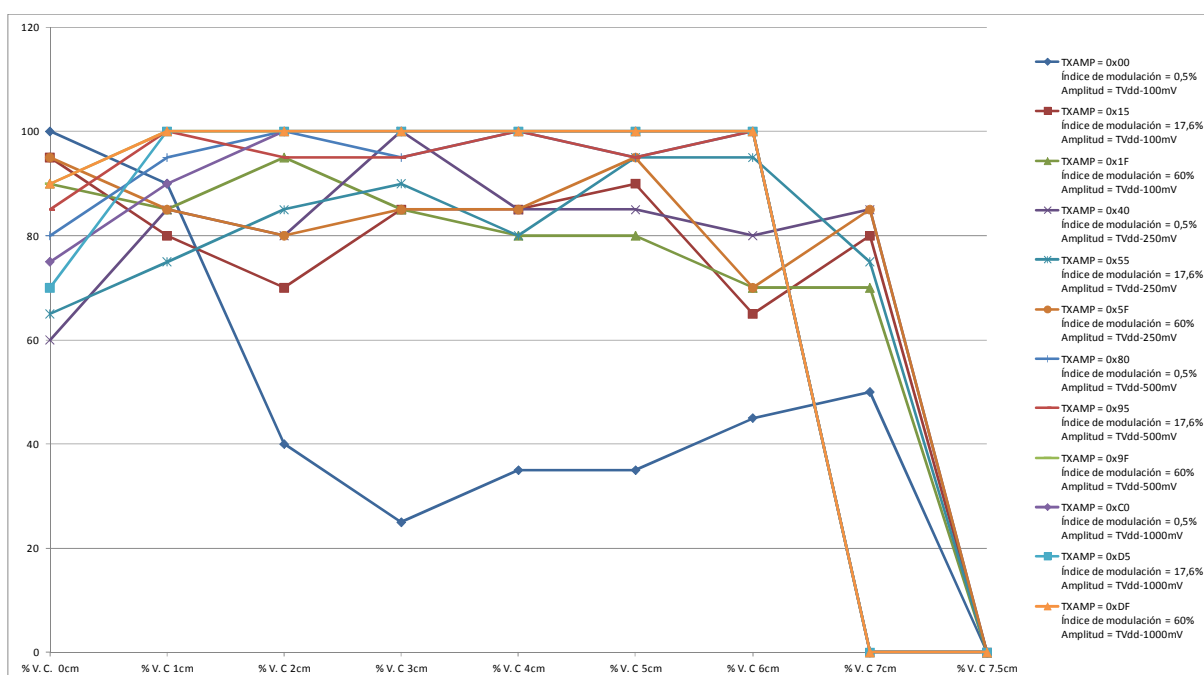


Fig. 48 Comparativa lecturas distintas TVDD y modulación

Capítulo 6

6. Planificación y presupuesto

6.1 Introducción

En este capítulo se pretende mostrar los trabajos necesarios para la realización del proyecto, calculando el tiempo necesario para la realización de cada uno de los distintos trabajos obteniendo los plazos del proyecto. También se pretende calcular el costo del proyecto. Para la realización de este estudio se calculará sobre la fabricación de un sistema de control de accesos formado por 7 muebles torniquetes.

6.2 Planificación

Una vez que se decide comenzar un proyecto, en este caso la fabricación de un sistema de control de acceso con tecnología RFID, lo primero que se tiene que hacer es el diseño del equipo que queremos fabricar ya que tenemos que cubrir las necesidades del mercado.

Es por esto, que el primer trabajo a realizar es el diseño del sistema de control de acceso conforme a las necesidades del mercado. En este caso se diseñan los elementos mecánicos que son el cuerpo del mueble que confina la electrónica que permite el funcionamiento del sistema de control de acceso y el mecanismo que realiza la función de bloquear el acceso. Además de realizar este diseño mecánico también se debe de realizar el diseño electrónico, estudiando las alimentaciones necesarias, las señales de control necesarias, y las comunicaciones entre los distintos elementos del sistema y del propio sistema con el entorno. Para la realización de estos trabajos, se debe de contar con las horas dedicadas por un ingeniero mecánico que se encargará de los trabajos mecánicos descritos anteriormente y de un ingeniero electrónico encargado de la realización de los trabajos electrónicos indicados. La realización de este diseño, incluye también la generación de la documentación necesaria para realizar la fabricación de este equipo, ya que será necesario

generar la documentación relativa a la integración, descripción técnica del equipo y documentación de las pruebas necesarias para cumplir con los certificados de calidad requeridos por el mercado. Para este trabajo se estima que el tiempo necesario para su realización es de 60 días, cuya carga de horas se repartirán entre los dos ingenieros descritos.

Una vez se completa la documentación relativa a la fabricación, planificación de la fabricación, teniendo en cuenta la fecha de entrega solicitada por el cliente, así como los plazos de entrega que se obtengan de los proveedores. Una buena planificación, minimizará los costes de almacenaje y las posibles penalizaciones por retrasos en entrega al clientes, además debería ser capaz de absorber posibles desviaciones en fechas de entregas de proveedores, fallos de montaje, etc, etc. Este proceso nos tendrá una carga de 5 días de un técnico de producción.

Una vez realizada la planificación de entregas para cumplir con los objetivos de plazos del proyecto, se deben realizar las compras de los materiales necesarios para la integración de los equipos diseñados. A esta tarea se le debe de dar un tiempo ya que existen distintas técnicas para conseguir reducciones en los costes de fabricación. Durante este plazo de tiempo, un ingeniero de compras solicitará ofertas por los elementos definidos en el diseño. Es posible que el ingeniero de compras encuentre un material que sea equivalente al definido en la fase de diseño y con un coste menor. Si se diese este caso, el ingeniero de compras debería de consultar con los ingenieros de diseño ya que estos son los que deben de validar el cambio, además de modificar las documentaciones generadas. El tiempo estimado para poder realizar esta labor es de 15 días y las acciones serán realizadas por un ingeniero de compras.

Una vez establecida la planificación y realizados los pedidos de materiales, se debe de supervisar las entregas de los materiales solicitados con la finalidad de conseguir que los proveedores cumplan los plazos de entrega acordados. Además se debe coordinar la entrega de estos materiales a los subcontratistas que se encargarán de realizar la integración del sistema de control de acceso. También se subcontratará la fabricación del mueble metálico que integra las distintas partes electrónicas que forman el sistema de control de acceso, por

lo que también se deberá de supervisar y dar soporte al integrador de este mueble mecánico.

En esta parte del proyecto, se suelen realizar dos acciones en paralelo, la fabricación del cuerpo mecánico del sistema de control de acceso, la recepción de materiales comerciales que integran el sistema de control de acceso y la fabricación de los cableados necesarios para la integración del sistema. Es por esto que se debe de coordinar las entregas de materiales comerciales, con las fabricaciones de la mecánica y cableados.

Normalmente la acción que tiene el mayor plazo es la entrega de materiales comerciales, ya que alguno de los materiales comerciales a integrar tiene plazos de entrega de entorno a 6 semanas. Durante este plazo de tiempo tendremos un técnico que será el encargado de la supervisión de la recepción de los materiales, de la fabricación mecánica y del cableado, además de coordinar estas tres acciones para optimizar los plazos de entrega del equipo completo.

Una vez se disponga del material necesario para montar el sistema, se procederá al montaje e integración de estos materiales, según la documentación realizada en la etapa de diseño. Como siempre que se pasa del estado teórico ideal al real, se pueden descubrir imprecisiones en los diseños, siempre que esto suceda se debe de notificar al ingeniero de diseño para que este valide la modificación a realizar y modifique la documentación. La fase de integración tiene una duración de 7 días. Estos trabajos están subcontractados por lo que no generan carga de horas directas de la integración, pero si generará carga de horas por la supervisión a realizar por el técnico de producción.

Cuando el equipo se integra, antes de proceder a su entrega deben de realizarse las pruebas definidas en la etapa de diseño, para comprobar que el equipo cumple con las funciones para las que ha sido diseñado y con las características definidas. Este proceso de pruebas tendrá una duración de 5 días. Durante este tiempo necesitaremos los servicios de un técnico que será el encargado de realizar estas pruebas por lo que se generará una carga de horas.

Cuando el equipo ha pasado las pruebas finales, ya está preparado para su instalación en la localización requerida. Todos estos trabajos se subcontratan por lo que no

generan carga de horas. Antes de realizar la instalación se debe de acondicionar la localización, realizando el replanteo del sistema de control de acceso (decidir situación del sistema), preparando las canalizaciones necesarias para que se pueda realizar la acometida de alimentación y de comunicaciones de cada uno de los torniquetes que conforma el sistema de control de acceso. Este proceso presenta una duración de 7 días.

Cuando se dispone de la localización acondicionada, se procede al transporte de los equipos a la localización que se quiere controlar. Este proceso presenta una duración de 1 día.

Finalmente se realiza la instalación del sistema de control de acceso, fijando los distintos equipos al suelo según el replanteo que se haya decidido, además de conectando los distintos equipos que conforman el sistema de control de acceso con el ordenador central o controlador que se encargará de controlar todo el sistema de control de accesos.

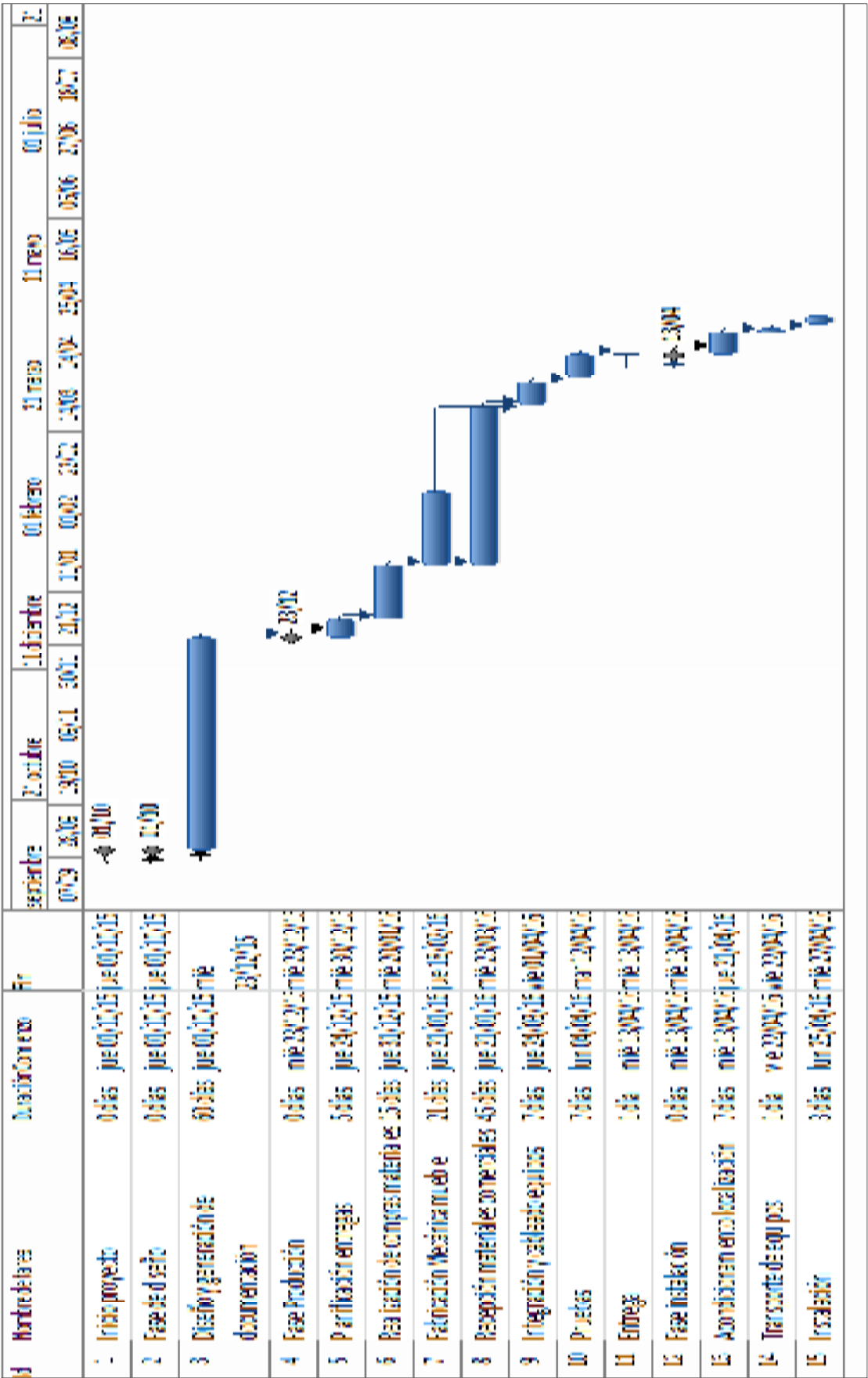
6.3 Diagrama de Gantt

Una vez definidas las distintas tareas que son necesarias para completar el proyecto, se ha utilizado una herramienta básica en la gestión de proyectos, el diagrama de Gantt.

Los diagramas de Gantt son una herramienta gráfica, ampliamente utilizada para mostrar el tiempo previsto de esfuerzo que se dedicará a la realización de un proyecto, mostrando el origen y el final de las diferentes unidades mínimas de trabajo definidas dentro del proyecto. Dado que el diagrama de Gantt, muestra una línea temporal, es posible determinar las relaciones existentes entre las diferentes actividades, haciendo el método más eficiente.

El diagrama está compuesto por un eje vertical donde se establecen las actividades que constituyen el trabajo que se va a ejecutar, y un eje horizontal que muestra en un calendario la duración de cada una de ellas.

En la siguiente página se puede ver el Diagrama de Gantt correspondiente a las actividades definidas para la realización de este proyecto.



6.2 Presupuesto

A la hora de calcular el presupuesto de fabricación de un sistema de control estándar, tendremos que tener en cuenta los costes de la mano de obra directa dedicada a la realización de los trabajos necesarios para la realización del proyecto, los costes de materiales comerciales necesarios para integrar el equipo, subcontrataciones necesarias para el montaje e instalación. También tendremos que tener en cuenta los costes relativos al tratamiento de los materiales comerciales, ya que hay que revisarlo para comprobar que el material concuerda con lo solicitado y almacenarlo hasta su uso. Estos costes se desglosan a continuación.

6.2.1 Mano de obra

Los costes de mano de obra, se pueden obtener mediante la observación del diagrama de GANTT, el cual nos indicará las jornadas laborales que hacen falta para realizar unos trabajos, ya que se puede definir cuantos y que carga de hora aplica a cada fase del proyecto. Además de la carga de horas directas por la realización de cada uno de los trabajos, se tiene que contar con la carga de horas dedicadas por un gestor que será el encargado de supervisar todo el proyecto siendo el responsable y supervisor de las tareas relativas a la instalación del sistema de control de acceso. A continuación se indica tabla resumen, con los costes de las horas de mano de obra, indicando las jornadas dedicadas, el porcentaje de dedicación medio, el coste hora, y el rol del recurso.

Puesto	Coste hora	Jornadas	Dedicación jornada	Coste total
Gestor proyecto	45,26	172,00	30,00%	18.683,33
Ingeniero senior mecánico	33,30	60,00	70,00%	11.188,80
Ingeniero senior electrónico	33,30	60,00	70,00%	11.188,80
Ingeniero Junior de compras	24,47	15,00	100,00%	2.936,40
Técnico de calidad	26,00	3,00	100,00%	624,00
Técnico producción	22,30	96,00	60,00%	10.275,84
Coste total				54.897,17

Tabla 11 Costes Mano de obra

6.2.2 Costes materiales comerciales

El siguiente coste a tener en cuenta es el material comercial necesario para integrar el equipo. Este material es el indicado en el capítulo 4.4, además del material que forma el bornero de alimentaciones y comunicaciones. Como queremos calcular el coste de fabricación de una línea tipo de control de acceso que se considera formada por 7 muebles de torniquete, tendremos que calcular el coste del material necesario para fabricar estos 7 equipos. A continuación un resumen del coste por material:

Material	referencia fabricante	Ctdad unitaria	Coste unitario	Ctdad necesaria	Coste total
Kit Hercules mecanismo 451C/placa lite/brazo abatible	KT007LA	1	1.098,60	7	7.690,20
Display BC1602EYPLEH 168	BC1602EYPLEH 168	1	17,30	7	121,10
Picto de usuario verde	0051730100200	1	6,85	7	47,95
Picto de usuario rojo	0051730100100	1	8,24	7	57,68
pictograma de acercamiento aspa-flecha	EL-971105-A	2	59,20	7	828,80
F.A. C/BATERIA VE=90-265/47-63HZ VS=12VDC 100W	ECS-100-5073/B	1	15,00	7	105,00
Base más tapa de montaje fuente NP 9133	NP9133	1	0,69	7	4,83
NP-9135 accesorio carril DIN	NP-9135	1	1,87	7	13,09
Fuente de alimentación 15w 24V 0.625 A	RS-15-24	1	0,69	7	4,83
Soporte para montaje en carril DIN tipo DRP-02	DRP-02	1	15,00	7	105,00
Batería tipo YUASA NP4-12	NP4-12	1	18,48	7	129,36
Electrónica PCD		1	212,00	7	1.484,00
Antena PCD		1	7,45	7	52,15
Zumbador tipo KPEG-250	KPEG-250	1	3,60	7	25,20
INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO	60141	2	26,00	7	364,00
INTERRUPTOR DIFERENCIAL	60949	1	70,42	7	492,94
FILTRO RED 110/250VAC 50/60HZ 6A	FN2060-6 - GFHF-6	1	18,00	7	126,00
Base de enchufe para carril DIN	SN010	1	7,17	7	50,19
BORNA AMARILLA/VERDE WPE 6	1010200000	3	1,35	7	28,35
BORNA BEIGE WDU 6	1020200000	6	0,43	7	18,06
BORNA AZUL WDU 6 BL	1020280000	6	0,45	7	18,90
Etiqueta para borna	0522761032	75	0,05	7	26,25
Coste total					11.793,88

Tabla 12 Costes materiales

6.2.3 Costes Subcontrataciones

Como se ha indicado en la planificación, para la realización de este proyecto se ha realizado la subcontratación de ciertos trabajos. Los trabajos subcontratados los podemos dividir en dos partes, los trabajos subcontratados para la fabricación del sistema de control de paso y los trabajos dedicados a la instalación del mismo.

Los trabajos que vamos a subcontratar en la fabricación del equipo son, el conformado de las distintas piezas de acero inoxidable que forman el mueble que soporta el

mecanismo de torniquete y el material que conforma el equipo, según los diseños realizados en la etapa de diseño. La otra subcontratación a realizar la fabricación del cableado según diseño realizado en la etapa de diseño y la integración, según manual de integración generado en la etapa de diseño. Los costes cargados por la subcontratación de estos trabajos se pueden ver en la tabla siguiente:

Subcontratación fabricación	Ctdad unitaria	Coste unitario	Ctdad necesaria	Coste total
Fabricación y montaje mueble mecánico	1	2.469,00	7	17.283,00
Cableado Mueble Torniquete	1	340,35	7	2.382,45
Integración Mueble Torniquete	1	185,53	7	1.298,71
Coste total				20.964,16

Tabla 13 Costes subcontratación fabricación

El resto de trabajos subcontratados para la consecución del proyecto corresponden a la fase de instalación. Esta fase comprende dos partes importante a subcontratar, el transporte de los equipos hasta la localización donde se quiere realizar el control de acceso. La otra subcontratación corresponde a la preparación de la zona donde se realizará la instalación de los equipos, preparación de canalizaciones, apertura de arquetas para realizar las acometidas de datos y de alimentación, instalación del cableado de alimentación y datos de cada uno de los equipos con el concentrador y fijación de los muebles. Los costes incurridos por estas subcontrataciones de la etapa de instalación son los que se pueden ver en la siguiente tabla.

Subcontratación Instalación	Ctdad unitaria	Coste unitario	Ctdad necesaria	Coste total
Transporte	1	150,00	7	1.050,00
Instalación Muebles en destino	1	250,00	7	1.750,00
Coste total				2.800,00

Tabla 14 Costes subcontratación instalación

6.2.3 Costes Logísticos

Denominaremos costes logísticos a aquellos derivados del manejo del material comercial solicitado para la fabricación de los equipos definidos. Estos costes son derivados de la necesidad de tener que aceptar el material solicitado, revisar que el material recibido corresponde al material solicitado y por último de la necesidad de utilizar un espacio de

almacenaje ya que no todo el material llega justo en el momento que es necesario, obligándonos a disponer de un espacio preparado para su guardado hasta que se deba disponer del material.

Para calcular estos costes, vamos a tomar el número de materiales distintos que necesitamos para la fabricación de los equipos y se considerará, que cada material tiene un costo de recepción de 2,5 € debido al tiempo dedicado por el personal de almacén para su recepción. La revisión de calidad del material tendrá otro coste de 10 € por material solicitado. Por último consideramos el alquiler de una superficie de 5 m^2 , por un periodo de 2 meses que abarca algo más del plazo calculado para la recepción del material por parte de los proveedores. El coste del m^2 mensual se encuentra en torno a los 45 €.

Con estos valores nos quedan unos costes logísticos de:

Coste logístico	Ctdad unitaria	Coste unitario	Ctdad necesaria	Coste total
Recepción del material comercial	1	2,50	22	55,00
Calidad material comercial	1	10,00	22	220,00
Superficie de almacenaje	1	45,00	2	90,00
Coste total				365,00

Tabla 15 Costes logísticos

6.2.4 Resumen de costes

Una vez se han calculado los costes de la fabricación e instalación de los equipos diseñados, incluiremos al total del coste calculado un porcentaje que cubrirá las posibles desviaciones que se produzcan en el presupuesto del coste. A continuación se incluye una tabla resumen con el total del coste calculado.

Material	Coste
Coste mano de obra	54.897,17
Coste material comercial	11.793,88
Coste subcontrataciones fabricación	20.964,16
Coste subcontrataciones instalación	2.800,00
Coste logístico	365,00
Coste posibles desviaciones (5%)	4.541,01
Coste total	95.361,22

Tabla 16 Resumen coste total

Capítulo 7

7. Conclusiones y trabajos futuros

7.1 Conclusiones

Se comenzó el proyecto con la intención de definir como el funcionamiento de un equipo de control de acceso con tecnología RFID, y durante el estudio del estado del arte del proyecto, se ha visto que la tecnología que más se adapta a las necesidades actuales de los usuarios de sistemas de control de acceso y además requeridas por los interesados en instalar un sistema de control de accesos. Estas características son la velocidad de utilización, la adaptabilidad de esta tecnología que se puede incluir en multitud de soportes (tags) distintos.

A nivel tecnológico se ha estudiado sobre todo el diseño de la antena RFID que es el elemento que permite la comunicación entre el lector y el tag. Una vez estudiado se puede llegar a la conclusión de que la estandarización existente en esta tecnología (ISO14443 para lectores de proximidad) facilita mucho el cálculo de estas antenas, ya que la configuración de la antena a montar en el lector depende de la antena incluida en el tag y esta se encuentra estandarizada por la norma ISO14443, lo que permite que se conociendo que tipo de antena estandarizada es utilizada por el solicitante del equipo de control de acceso nos permitirá calcular los elementos que configurarán la antena.

Por último también querría indicar que a nivel económico se puede ver que, cuando se decide a realizar un diseño para cumplir con alguna necesidad que veamos en el mercado, se debe de tener en cuenta el peso del coste del diseño sobre el coste de la fabricación que se vaya a realizar, ya que este será fijo y su repercusión sobre precio de venta será menor cuanto mayor sea el número de equipos a fabricar.

7.2 Trabajos futuros

En estos momentos comienza a popularizarse los pagos con tarjeta de crédito sin contacto, para ventas de poco valor. Transacciones en las cuales por su bajo valor monetario, no se utiliza la introducción de PIN con la finalidad de agilizar las operaciones de pago. Esta tecnología basada en los sistemas sin contacto RFID se denomina NFC (Near Field communication).



Fig. 49 Tarjeta Pago bancario sin contacto

La tecnología NFC utiliza los mismos principios físicos que la tecnología RFID, siendo solo necesario, en la mayoría de los casos modificaciones SW o de certificación para poder utilizar el lector PCD utilizado como lector RFID, como lector NFC.

En la actualidad se está extendiendo en mayor medida, debido a la proliferación de la telefonía móvil, la incorporación de electrónicas que permitan la comunicación mediante NFC dentro de los smartphones. Con esta electrónica y la aplicación adecuada, se puede realizar el pago de compras a través del smartphone, centralizando en el propio smartphone las funciones de comunicación y monedero. En este caso el smartphone al presentar batería funcionaría como un PICC activo.



Fig. 50 Ejemplo pago con Smartphone

Parece evidente que esta funcionalidad incorporada a los teléfonos móviles, será utilizada en un futuro en los sistemas de control de acceso en los cuales se deba realizar compra de un título de acceso para la validación de paso, ya que agilizamos al usuario la compra del título de transporte, siendo solo necesario la descarga de la aplicación que nos solicite el propietario del acceso controlado y asociar esta aplicación a una cuenta o sistema de pago acordado por los dos. En cuanto a la electrónica de lectura de estos equipos, hay que realizar modificaciones tanto HW como SW, debido a que se deben de pasar unas certificaciones EMV (Europay mastercard visa) para poder realizar el pago bancario, además de establecer el protocolo de comunicaciones con el proveedor bancaria que tendrán niveles de seguridad mayores a los establecidos en un sistema de control de acceso que no disponga de la posibilidad de realizar el pago bancario.

ANEXO

Anexo A: Bibliografía

Guía sobre seguridad y privacidad de la tecnología RFID- INTECO

Normativa ISO14443

Libro blanco sobre la aplicación de la tecnología NFC en el transporte público - Foro de Nuevas Tecnologías en el Transporte, ITS España

La tecnología RFID: Uso y oportunidades – Asociación de empresas de electrónica Tecnología de la información y telecomunicaciones de España

13,56 MHz RFID Proximity Antenna – www.nxp.com/documents/application_note/AN780

Manual Técnico Mecanismo Gunnebo DL645